

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Камчатский государственный технический университет»

**ПРИРОДНЫЕ РЕСУРСЫ, ИХ СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ,
ОХРАНА, ПРОМЫСЛОВОЕ И ТЕХНИЧЕСКОЕ
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ**

*Материалы VI Всероссийской научно-практической конференции
(24–26 марта 2015 г.)*

Часть II

Петропавловск-Камчатский
2015

УДК 504
ББК 20.1
П77

Ответственный за выпуск

Н.Г. Клочкова,
доктор биологических наук

Редакционная коллегия

*В.И. Карпенко, д.б.н.; Л.Н. Саушкина, к.б.н.; А.А. Бонк, к.б.н.;
М.В. Ефимова, к.б.н.; Л.М. Хорошман, к.г.н.; Н.А. Ступникова, к.б.н.,
К.В. Алтухов, к.т.н.; О.А. Белов, к.т.н., С.Ю. Труднев, С.В. Гаврилов*

П77

Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промысловое и техническое использование : материалы VI Всероссийской научно-практической конференции (24–26 марта 2015 г.) / Отв. за вып. Н.Г. Клочкова. – Ч. II. – Петропавловск-Камчатский : КамчатГТУ, 2015. – 140 с.

ISBN 978-5-328-00316-2

ISBN 978-5-328-00318-6 (ч. 2)

В сборнике рассматриваются вопросы природопользования, состояния запасов природных ресурсов и их преобразования в продукты потребления и жизнеобеспечения человека. Авторами представленных докладов являются ведущие сотрудники научно-исследовательских институтов, преподаватели, аспиранты высших учебных заведений и сотрудники организаций, осуществляющих деятельность в области рационального природопользования.

Сборник материалов опубликован в авторской редакции.

УДК 504
ББК 20.1

ISBN 978-5-328-00318-6 (ч. 2)
ISBN 978-5-328-00316-2

© КамчатГТУ, 2015
© Авторы, 2015

СОДЕРЖАНИЕ

Секция 2. СОСТОЯНИЕ И ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ РЫБОЛОВСТВА, ОТРАСЛЕЙ И ОБЪЕКТОВ РЫБОДОБЫВАЮЩЕГО КОМПЛЕКСА, ВОДНОГО ТРАНСПОРТА

| | |
|--|----|
| Амплеева А.В., Ложниченко О.В. Морфофункциональные особенности органов кроветворения в раннем онтогенезе белорыбицы (<i>Stenodus Leucichthys</i>)..... | 5 |
| Арчибисов Д.А., Касперович Е.В., Лякишев М.С., Петренко О.Е., Швецов В.А. Актуальность и направления модернизации устройств отбора проб донных отложений в свете перспектив реконструкции морского порта Петропавловск-Камчатский | 9 |
| Асеева Н.Л., Левицкая А.В. Динамика промысла черного палтуса в Охотском море | 14 |
| Билан И.С., Труднев С.Ю. Разработка устройства автоматического поддержания температурного режима в парниках (теплицах) с использованием микроконтроллера | 17 |
| Веретёхин А.В. Экологические аспекты экономической безопасности промышленного предприятия | 19 |
| Красницкий Д.В., Труднев С.Ю. Разработка устройства для повышения качества электрической энергии | 23 |
| Крылевский А.В., Труднев С.Ю. Разработка системы автоматизации полива дачного участка..... | 25 |
| Марковцев В.Г. Сравнительная характеристика деятельности государственных и частных лососевых заводов | 28 |
| Марченко А.А., Труднев С.Ю. Искусственное нагружение асинхронного электродвигателя 4А80А4..... | 30 |
| Марченко А.А., Труднев С.Ю. Метод искусственного нагружения асинхронных двигателей в режиме противовключения | 36 |
| Недоступ А.А., Ражев А.О. Создание математической модели движения озерного закидного невода при выборке | 40 |
| Недоступ А.А., Ражев А.О. Создание математической модели движения ставного подвесного невода в условиях волнения и неравномерного течения | 44 |
| Носаль С.Ю. Современные системы навигации | 52 |
| Осипов Е.В. Совершенствование ярусного промысла синекорого палтуса | 56 |
| Петрунин А.В., Труднев С.Ю. Модернизация автоматизации аварийных и штатных систем запуска Дизель-генераторных агрегатов..... | 58 |
| Пирог А.В., Ложниченко О.В. Морфофункциональные особенности печени клариевых сомов | 60 |
| Савотин Д.В. Пространственное моделирование траловой системы при стационарном движении | 63 |
| Соколов А.С. Биологическое состояние промысловых креветок рода <i>Pandalus</i> в ИЭЗ Западно-Берингоморской зоны по результатам донной траловой съемки, выполненной ФГУП «Тинро-центр» (октябрь 2014 г., НИС «ТИНРО») | 69 |

| | |
|--|----|
| Соколова Е.В. | |
| Лебедка МЛШ-1200 Д для обтяжного лова | 74 |
| Труднев С.Ю., Марченко А.А. | |
| Исследование влияния динамической нагрузки при параллельной работе однофазного инвертора на однофазную сеть | 78 |
| Труднев С.Ю., Марченко А.А. | |
| Разработка математической модели параллельной работы ДГА судна типа ледокол «Садко» | 81 |
| Федотов П.А., Винников А.В. | |
| К оценке промыслового запаса синего краба (<i>Paralithodes Platypus</i>) в Олюторско-Наваринском районе Берингова моря | 86 |
| Федотов П.А., Дегтярева В.А. | |
| Распределение и некоторые особенности биологии краба-стригуна опилио (<i>Chionoecetes Opilio</i>) в Олюторско-Наваринском районе Берингова моря | 90 |
| Ястребов Д.П., Марченко А.А. | |
| Разработка энергоэффективного электропривода для грузоподъемных механизмов | 94 |

Секция 3. ОПТИМИЗАЦИЯ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ В ПРОДУКТЫ ПОТРЕБЛЕНИЯ И ЖИЗНЕОБЕСПЕЧЕНИЯ ЧЕЛОВЕКА

| | |
|--|-----|
| Агеев О.В., Фатыхов Ю.А. | |
| Разработка видеокomпьютерного устройства для сортировки рыбы на основе мехатроники | 97 |
| Андруцкий А.В. | |
| Оценка основных составляющих развития рыбной отрасли Камчатки | 101 |
| Афанасьева К.М., Фарафонова А.А. | |
| Характеристика ассортимента мармеладных изделий и направления расширения ассортимента | 105 |
| М.В. Благоднарова, В.Ю. Руденко | |
| Исследование влияния внесения растительного сырья на органолептические показатели и качество икры сельди тихоокеанской ястычной | 109 |
| Ефимова М.В., Ефимов А.А., Толоконникова О.Н., Зенина А.П. | |
| Применение термофильных синезеленых водорослей в технологии хлебобулочных изделий | 117 |
| Зенина А.П., Ефимова М.В., Ефимов А.А. | |
| Направления развития потребительского спроса и ассортимента мучных кондитерских изделий | 125 |
| Кириллов А.Ф., Свешников Ю.А. | |
| Предпосылки развития пастбищного рыбководства в озерах бассейна среднего течения реки Лена | 131 |
| Сафрыгина Е.Ю. | |
| Природные источники энергии как альтернативные продукты потребления и жизнеобеспечения человека | 134 |
| Список организаций – участников конференции и их адреса | 138 |

**Секция 2. СОСТОЯНИЕ И ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ РЫБОЛОВСТВА,
ОТРАСЛЕЙ И ОБЪЕКТОВ РЫБОДОБЫВАЮЩЕГО КОМПЛЕКСА,
ВОДНОГО ТРАНСПОРТА**

УДК 597.552.51:597.11

А.В. Амплеева¹, О.В. Ложниченко²

¹*Каспийский институт морского и речного транспорта,
филиал «Волжская государственная академия водного транспорта», Астрахань, 414014;*
²*Астраханский государственный технический университет, Астрахань, 414056
e-mail: ampleeva-av@mail.ru*

**МОРФОФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ОРГАНОВ КРОВЕТВОРЕНИЯ
В РАННЕМ ОНТОГЕНЕЗЕ БЕЛОРЫБИЦЫ (STENODUS LEUCICHTHYS)**

Главным показателем общего физиологического состояния организма является его внутренняя среда. Проведенное изучение кроветворных органов белорыбицы в эмбриональном, личиночном и мальковом периодах развития позволяет получить целостное представление о качественном составе развивающихся форменных элементов крови в мезонефросе, тимусе и селезенке, их развитии и становлении кроветворной функции. Выявлены возрастные особенности качественного состава форменных элементов крови в связи с дифференциацией центральных и периферических органов кроветворения. На основе приобретенных данных определены сроки начала продуцирования центральными и периферическими органами кроветворения белорыбицы клеток крови, особенности их топографии и созревания.

Ключевые слова: гемопоэз, гемопоэтические полустволовые клетки, эритробласт, миелобласт, монобласт, очаги кроветворения.

A.V. Ampleeva¹, O.V. Lojnichenko²

¹*Caspian Institute of Maritime and River Transport,
a subsidiary of "Volga State Academy of Water Transport", Astrakhan, 414014;*
²*Astrakhan State Technical University, Astrakhan, 414056
e-mail: ampleeva-av@mail.ru*

**MORPHOLOGICAL AND FUNCTIONAL PECULIARITIES OF THE BLOOD-
FORMING ORGANS DURING EARLY ONTOGENESIS OF INCONNU
(STENODUS LEUCICHTHYS)**

The main indicator of general physiological condition of the body is its internal environment. The study of blood-forming organs in embryonic, larval and juvenile periods provides a holistic view of the qualitative composition of developing blood cells in the mesonephros, thymus and gills, their development and formation of hematopoietic function. The age peculiarities of the qualitative characteristics of blood cells in connection with the differentiation of central and peripheral organs of hematopoiesis were detected. On the basis of these data the beginning of the blood cells production by means of hematopoiesis inconnu central and peripheral organs, especially their topography and maturation, were presented.

Key words: hematopoiesis, haemopoetic semi-stem cells, eritroblast, mieloblast, monoblast, blood hearth.

Большое научно-практическое значение имеют исследования, посвященные изучению раннего онтогенеза рыб, что объясняется низкой резистентностью организма в этот период. Многие как российские, так и зарубежные исследователи занимались изучением кроветворения у рыб [1, 2]. Чаще всего исследования проводились на естественной популяции половозрелых рыб. Проведены

многочисленные исследования, устанавливающие отличия морфофизиологических показателей периферической крови на стадиях раннего онтогенеза и взрослых особей карповых, осетровых, акулых и сиговых рыб [3–11].

Исследования особенностей гистогенеза кроветворных органов, развития форменных элементов крови и становления иммунитета лососевых видов рыб в эмбриональный и постэмбриональный периоды в настоящее время остаются малоизученными.

Для изучения формирования кроветворных органов в раннем онтогенезе белорыбицы были определены задачи:

- 1) установить закономерности формирования органов кроветворения у белорыбицы;
- 2) установить сроки начала формирования гемопоэтической функции в кроветворных органах белорыбицы;
- 3) определить органную локализацию гемогистобластов и гемоцитобластов у белорыбицы;
- 4) выявить возрастные особенности формирования и соотношения клеточных рядов форменных элементов крови в центральных и периферических органах кроветворения на разных стадиях онтогенеза.

Объектом исследования служили предличинки (354 экз.), личинки (108 экз.), мальки белорыбицы *Stenodus leucichthys leucichthys* (228 экз.), полученные в заводских условиях на Александровском рыбноводном заводе. Было проанализировано 690 препаратов серийных срезов.

Просмотр срезов и снимки производили при помощи микроскопа Микмед 6 и Olympus с системой визуализации. Изучение гематологических показателей крови проводилось по методам, рекомендуемым Житеневой Л.Д., Полтавцевой Т.Г., Рудницкой О.А. [12], Ивановой Н.Т. [1]. Идентификация форменных элементов крови проводилась согласно описаниям Н.Т. Ивановой [1], изменения форменных элементов – согласно рекомендациям Л.Д. Житеневой [2]. При выполнении работы этапы постэмбрионального развития белорыбицы определяли по И.И. Смольянову [13]. Результаты исследований обрабатывали статистически, достоверность различий оценивали по критерию Стьюдента [14, 15], а также программного пакета анализа Microsoft Excel.

После выклева (1 сутки) в предличиночном периоде развития единственным органом, выполняющим кроветворную функцию, был мезонефрос. В строме первичной почки к моменту выклева находились сегментарно расположенные везикулы. В течение эмбрионального периода развития из почечных везикул формировалась первая генерация мезонефральных телец и относительно короткие извитые канальца, открывавшиеся в мезонефральный проток. Развивающиеся форменные элементы крови располагались хаотично среди клеток мезенхимы.

К концу эмбрионального периода развития в туловищной почке белорыбицы мезонефроны уже были полностью сформированными. Они дифференцировались на мезонефральные тельца, канальцы 1-го типа, проксимальные (канальцы 2-го типа) и дистальные (канальцы 3-го типа) сегменты и канальцы 4-го типа, впадающие в Вольфов проток.

В личиночном периоде развития в структуре мезонефроса происходили существенные морфофункциональные преобразования; заметно увеличились в размерах все структурные компоненты мезонефронов. Почечные тельца имели вытянутую эллипсообразную форму, встречались также почечные тельца, в которых капиллярные клубочки занимали всю полость мочевого пространства.

В мальковом периоде развития туловищная почка у белорыбицы состояла из функционально активных структур – мезонефронов; рыхлой волокнистой неоформленной соединительной ткани, сопровождавшей сосуды, и межканальцевой гемопоэтической ткани. Мезонефральные тельца состояли из почечных капсул и сосудистых клубочков. Канальцы 1 типа отходили от почечных телец, продолжаясь в канальцы 2 типа. Канальцы 2 типа, совершая изгиб, продолжались в канальцы 3 типа. Дистальные канальцы были уже, чем проксимальные. Дистальные канальцы продолжались в канальцы 4 типа, которые впадали в Вольфов проток. Вольфовы протоки имели широкие просветы. Мезонефроны окружала межканальцевая ткань, в которой развивались форменные элементы крови.

Качественный анализ кроветворной ткани на I этапе показал, что количество родоначальных клеток было 15%. Кроме того, основную массу формирующихся форменных элементов крови составляли эритробласты – 37% и лимфобласты – 21%. В наименьшем количестве были представлены базофильные нормобласты.

На II и III этапе эмбрионального периода развития интенсивность гемопоэза была довольно высокой. Так, в возрасте 11 суток (III этап) доля полустволовых, унипотентных и бластных клеток сократилась в три раза. Завершилось формирование клеток эритропоэтического и лимфоцитопоэтического рядов – имелись зрелые эритроциты (10%) и лимфоциты (12%). Началась дифференцировка гранулоцитов, среди клеток кроветворной ткани в мезонефросе было отмечено незначительное количество монобластов – 1%, пронормобластов – 2%.

В течение личиночного периода развития в мезонефросе начали бурно развиваться гранулоциты – были отмечены эозинофилы и нейтрофилы на стадии миелоцита и метамиелоцита. Среди клеток крови по-прежнему преобладали клетки красной крови (60,5%). На II и III этапе личиночного периода развития процессы кроветворения происходили довольно активно, продолжал интенсивно развиваться миелоцитопоэтический ряд.

В мальковом периоде развития на I и II этапе значительных изменений в % отношении состава клеток не произошло, однако появились палочкоядерные нейтрофилы и эозинофилы. Так же следует заметить, что количество белой крови – 58% стало доминировать над красной – 37%.

Количество родоначальных и бластных форм клеток постепенно снижается, увеличивается количество более зрелых форм клеток.

Таким образом, мезонефрос белорыбицы является универсальным кроветворным органом, в котором происходит развитие всех клеточных рядов крови: эритропоэтического, лимфоцитопоэтического, миелоцитопоэтического и моноцитарного.

Дифференцировка тимуса началась на III этапе личиночного периода развития. Деления органа на корковое и мозговое вещество еще не произошло. Тимус покрыт тонкой соединительнотканной капсулой. На IV этапе личиночного развития формирование тимуса еще не закончено. Так, структура тимуса еще не дифференцирована на мозговое и корковое вещество не различимы, нет дольчатого строения. В мальковом периоде в строме тимуса намечаются будущие дольки. Однако обособившихся, покрытых собственной соединительнотканной капсулой долек не было. В формирующихся будущих дольках было хорошо различимы корковое и мозговое вещество, причем корковое вещество по объему доминировало.

Клеточный анализ тимуса показал, что полустволовые и унипотентные клетки-предшественницы отсутствовали. Из развивающихся клеток крови обнаружены только клетки лимфоцитопоэтического ряда: лимфобласты – 3%, пролимфоциты – 12%, лимфоциты – 83%.

В возрасте 49 дней (I этап малькового периода развития) у молоди белорыбицы 77% было дефинитивных лимфоцитов, количество лимфобластов практически не изменилось и составило 2%, доля пролимфоцитов возросла до 20%.

У молоди белорыбицы в возрасте 52 суток (II этап малькового периода развития) в строме тимуса намечаются будущие дольки. В формирующихся будущих дольках было хорошо различимы корковое и мозговое вещество. По-прежнему доминировали дефинитивные лимфоциты – 74%. Удельный вес лимфобластов и пролимфоцитов значительно не изменился и составил 2% и 22% – соответственно. Следует отметить особенности топографии развивающихся лимфоцитов: лимфобласты и пролимфоциты располагались в мозговом веществе тимуса, тогда как зрелые лимфоциты совместно с ретикулярными клетками составляли основу коркового вещества.

В результате проведенного исследования можно заключить, что в раннем онтогенезе белорыбицы тимус участвует исключительно в лимфоцитопоэзе и в дифференцировке лимфоцитов.

Развитие стромы селезенки и процессы гемопоэза стали происходить в личиночном периоде развития. В возрасте 20 дней активного питания (I этап личиночного периода развития) селезенка представляла собой небольшой компактный орган, в органе нет четкого деления на белую и красную пульпу.

В возрасте 45 суток (IV этап личиночного развития) формирование стромы селезенки еще не закончено, хотя орган на гистологических препаратах выглядит достаточно компактно.

На I этапе малькового периода развития белорыбицы селезенка располагалась в петлях средней кишки. Длина органа увеличилась в полтора раза больше. Тонкая соединительнотканная оболочка покрывала селезенку со всех сторон. Обращает на себя внимание то, что четкого деления стромы селезенки на белую и красную пульпу не произошло, но по периферии имеются небольшие, более темные участки. Необходимо отметить, что селезенка была представлена ретикулярной тканью и развивающимися форменными элементами крови. Структура органа менее рыхлая, чем у личинок, кровеносные сосуды образуют густую сеть. Наиболее крупные из них заполнены периферической кровью.

Из родоначальных клеток крови были отмечены в достаточно большом количестве гемогистобласты – 40%, тогда как гемоцитобластов оказалось в два раза меньше – 16%. Из класса бластных клеток крови доминировали эритробласты 19%, монобласты и миелобласты встречались крайне редко. Удельный вес клеток созревающего класса был незначителен и представлен, в основном, формирующимися клетками эритропоэтического ряда. Скорость развития лейкоцитов была крайне мала, так встречались исключительно пролимфоциты (1%).

В возрасте 45 суток (IV этап личиночного развития) количество родоначальных клеток крови снизилось в более чем 2 раза. На этом этапе личиночного периода развития завершилось формирование клеток лимфоцитопоэтического ряда. Он был представлен: лимфобластами, пролимфоцитами и зрелыми лимфоцитами (5%). Также завершилось созревание клеток эритропоэтического ряда.

На I этапе малькового периода развития белорыбицы удельный вес полустволовых и унипотентных клеток-предшественниц уменьшился и составил 14% и 7% – соответственно. В классе бластных клеток стали доминировать миелобласты, которые составили 7%. В составе V класса созревающих клеток клетки миелоцитопоэтического и эритроцитопоэтического ряда составили практически равные доли по 23% и 19% – соответственно.

Причем среди клеток эритропоэтического ряда заметно снизилась доля пронормобластов и нормобластов базофильных – по 1% и 2%, преобладали более зрелые формы – полиоксифильные нормобласты и оксифильные нормобласты – по 7% и 8%.

Из класса зрелых клеток встречались лимфоциты (5%) и эритроциты (6%). В возрасте 52 суток (II этап малькового периода развития) строение селезенки, качественный состав развивающихся клеток крови остались практически неизменными.

Таким образом, к концу малькового периода развития формирование селезенки не завершилось. Происходит активное развитие стромы органа, формируется белая и красная пульпа, происходит территориальное разделение мест развития форменных элементов крови. Развитие форменных элементов крови осталось еще не законченным. Так, закончилось развитие только эритроцитопоэтического и лимфоцитопоэтического рядов, и продолжает развиваться миелоцитопоэтический и моноцитопоэтический ряд.

Следует указать на то, что среди гранулоцитов более интенсивно происходит формирование эозинофилов – эти клетки присутствуют в составе стромы селезенки до стадии палочкоядерного эозинофила, тогда как нейтрофилы только до стадии метамиелоцитов.

Литература

1. *Иванова Н.Т.* Атлас клеток крови рыб. Сравнительная морфология и классификация форменных элементов крови рыб. – М.: Наука, 1982. – 184 с.
2. *Житенева Л.Д.* Экологические закономерности ихтиогематологии // Ростов/н/Д.: АЗНИ-ИРХ, 2000. – 56 с.
3. *Бикташева Ф.Х.* Гематологические показатели хищных рыб озера Асыкуль (Россия, Республика Башкортостан) // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2010. – № 9. – С. 108.
4. *Грушко М.П.* Клеточный состав кроветворных органов половозрелых самок представителей класса рыб, земноводных и пресмыкающихся: Автореф. дис. ... д-ра биол. наук. – Астрахань, 2010. – 43 с.
5. *Давыдов О.Н., Темниханов Ю.Д., Куровская Л.Я.* Патология крови рыб. – Киев: Инкос, 2006. – 153 с.
6. *Кейстер И.А.* Морфологический состав крови ряпушки и ее изменения как биоиндикационные показатели условий обитания в Белом озере (Вологодская область) // Современные проблемы науки и образования. – 2009. – № 3 – С. 117–125.
7. *Козлова Н.И.* Морфология крови нерестового омуля оз. Байкал // Рыбохозяйственное значение прибрежно-соровой зоны Байкал. – Иркутск, 1981. – С. 50–54.
8. *Конченко Д.С.* Морфология клеток крови при патологических процессах // Российский государственный медицинский университет им. Н.И. Пирогова. Вестник РГМУ. – 2010. – Специальный выпуск № 2. – С. 101–103.
9. *Новожилев А.В., Катюхин Л.Н.* Динамика гематологических показателей крови белых крыс в постнатальном онтогенезе // Журнал эволюционной биохимии и физиологии. – 2008. – Т. 44, № 6. – С. 613–621.

10. *Остроумова И.Н.* Показатели крови и кроветворения в онтогенезе // Известия Всесоюзного НИИ озер и речного хозяйства. – 1987. – Т. 43, № 3. – С. 64–67.
11. *Черняев Ж.А.* Эколого-морфологические особенности развития байкальского омуля: Автореф. дис. канд. биол. наук. – Томск, 1966. – 22 с.
12. *Житенева Л.Д., Полтавцева Т.Г., Рудницкая О.А.* Атлас нормальных и патологически измененных клеток крови рыб. – Ростов/н/Д.: Ростовское книжное издательство, 1989. – 109 с.
13. *Смольянов И.И.* Развитие белорыбицы *Stenodus leucichthys leucichthys*, нельмы *Stenodus leucichthys nelma* и сига-нельмушки *Coregonus lavaretus nelmuschka* // Тр. Института морфологии животных АН СССР. – 1957. – Т. 20. – С. 232–294.
14. *Плохинский Н.А.* Биометрический анализ в биологии. – М.: МГУ, 1982. – 157 с.
15. *Лакин Г.Ф.* Биометрия: Учебное пособие для биологических специальностей вузов, 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Высшая школа. – 1990. – 352 с.

УДК 556.07:627.2(571.66-25)

**Д.А. Арчибисов^{1,2}, Е.В. Касперович¹, М.С. Лякишев¹,
О.Е. Петренко², В.А. Швецов²**

¹*Федеральное бюджетное учреждение «Камчатская дирекция по техническому обеспечению надзора на море», Петропавловск-Камчатский, 683031;*

²*Камчатский государственный технический университет, Петропавловск-Камчатский, 683003
e-mail: d.a.archibisov@mail.ru*

АКТУАЛЬНОСТЬ И НАПРАВЛЕНИЯ МОДЕРНИЗАЦИИ УСТРОЙСТВ ОТБОРА ПРОБ ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ В СВЕТЕ ПЕРСПЕКТИВ РЕКОНСТРУКЦИИ МОРСКОГО ПОРТА ПЕТРОПАВЛОВСК-КАМЧАТСКИЙ

Показана важность реконструкции морского порта Петропавловск-Камчатский для реализации решений по ускорению социально-экономического развития Камчатского края. Обосновывается необходимость отбора и анализа проб донных отложений и грунта для реконструкции морского порта. Рассмотрены существующие устройства для отбора проб донных отложений, и показана актуальность разработки, испытания и внедрения устройств по отбору проб донных отложений и грунтов, имеющих лучшие характеристики по сравнению с существующими, для реконструкции морского порта Петропавловск-Камчатский.

Ключевые слова: социально-экономическое развитие, морской транспорт, морской порт, дноуглубление, донные отложения, устройства по отбору проб.

**D.A. Archibisov^{1,2}, E.V. Kasperovich¹, M.S. Lyakisnev¹,
O.E. Petrenko², V.A. Shvetsov²**

¹*Federal state organization «Kamchatka's directorate for technical supply of sea supervision»,
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683031;*

²*Kamchatka State Technical University,
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003
e-mail: d.a.archibisov@mail.ru*

RELEVANCE AND DIRECTIONS OF SEDIMENTS SAMPLING DEVICES MODERNIZATION FOR FUTURE PETROPAVLOVSK-KAMCHATSKY SEAPORT RECONSTRUCTION

The importance of sea port reconstruction in Petropavlovsk-Kamchatsky to accelerate socio-economic development of the Kamchatka region was explained. The necessity of selection and analysis of bottom soils and sedi-

ments to reconstruct sea port was supported. The existing devices for taking samples of bottom sediments were described. The relevance of the development, testing and implementation of devices for taking samples of bottom sediments and soils, which have better characteristics in comparison with existing ones, for the reconstruction of Petropavlovsk-Kamchatsky sea port was demonstrated.

Key words: socio-economic development, maritime transport, seaport, dredging, sediments, sampling devices.

В 2014 г. органами власти Российской Федерации (далее РФ) и Камчатского края принят ряд нормативно-правовых документов, в соответствии с которыми в ближайшие годы планируется существенное ускорение темпов социально-экономического развития Камчатского края. Значительное внимание уделяется развитию транспортной инфраструктуры, и в том числе – морского порта Петропавловск-Камчатский.

Так, например, в Постановлении Совета Федерации Федерального Собрания РФ (далее СФ ФС РФ) отмечено [1]: «благодаря наличию незамерзающего порта на Северном морском пути и выгодному географическому положению на пересечении воздушных линий, Камчатский край в ближайшие годы станет важнейшим логистическим узлом в мировой транспортной системе по направлениям Европа – Америка, Европа – Юго-Восточная Азия, Юго-Восточная Азия – Америка». В связи с чем СФ ФС РФ принято решение рекомендовать Правительству РФ, в том числе, утвердить перечень базовых портов на арктической трассе, включив в него морской порт Петропавловск-Камчатский в качестве опорного, рассмотреть возможность увеличения в 2015 г. в рамках реализации государственной программы Российской Федерации «Развитие рыбохозяйственного комплекса» объема бюджетных ассигнований на реконструкцию объектов федеральной собственности, предназначенных для комплексного обслуживания судов рыбопромыслового флота в морском порту Петропавловск-Камчатский.

30 марта 2015 г. вступает в силу Федеральный закон от 29 декабря 2014 года № 473-ФЗ «О территориях опережающего социально-экономического развития в Российской Федерации» (далее ТОСЭР). Согласно данному Федеральному закону, «территория опережающего социально-экономического развития – часть территории субъекта Российской Федерации, на которой установлен особый правовой режим осуществления предпринимательской и иной деятельности в целях формирования благоприятных условий для привлечения инвестиций, обеспечения ускоренного социально-экономического развития и создания комфортных условий для обеспечения жизнедеятельности населения» [2]. Министерством РФ по развитию Дальнего Востока подготовлен предварительный перечень ТОСЭР, в который, помимо прочих, включена и ТОСЭР «Камчатка».

Стоимость инфраструктуры ТОСЭР «Камчатка» составит от 3030 до 5900 млн руб. Потенциальными инвесторами являются как действующие предприятия – ОАО «Петропавловск-Камчатский морской торговый порт», ОАО «Петропавловск-Камчатский судоремонтный завод», ООО «ЖБФ и Ко.», Правительство Камчатского края (часть причалов на территории ОАО «Петропавловская судовой верфь»), ЗАО «Судоремсервис», так и перспективные – ОАО «Корпорация развития Камчатского края», ОАО «Россельхозбанк» (в залоге имущество ОАО «Петропавловская судовой верфь») [3].

Проект ТОСЭР «Камчатка» включает в себя создание и реконструкцию существующей транспортной инфраструктуры (международный морской вокзал, пункты пропуска, глубоководные причалы), обеспечивающей прием зарубежных круизных судов и соответственно приток туристов. В рамках реализации проекта предусматривается создание нескольких промышленно-логистических зон портового типа: терминал сыпучих грузов, контейнерно-логистический терминал международного класса, рыбопромышленный терминал, нефтебаза на 100 000 тонн хранения нефтепродуктов и социально-деловой центр. Часть площадок будет создана на базе действующих гидротехнических сооружений и производственных площадей ОАО «Петропавловская судовой верфь» и «Жестяно-баночной фабрики». Еще ряд промышленных объектов и бизнес-зона будут расположены на базе производственных мощностей ЗАО «Петропавловск-Камчатский судоремонтный завод» в бухте Южная.

В частности, по сведениям, приведенным на сайте ОАО «Морской торговый порт», первый план предполагает масштабную реконструкцию причалов и перенос в сторону морской акватории

причального фронта за счет насыпных площадей, а также дноуглубление для приема морских судов большого водоизмещения. Второй план развития порта предполагает кроме мероприятий первого этапа еще и освоение пустующих территорий за неиспользуемым причалом № 3 [4].

Реконструкция и расширение морского порта потребует проведения колоссального объема дноуглубительных работ возле существующих и строящихся причальных стенок. Также для прохода крупнотоннажных судов подобные работы будет необходимо регулярно вести в горле б. Авачинская губа. В настоящее время в Камчатском крае имеются организации, эксплуатирующие причальные сооружения и нуждающиеся в проведении дноуглубления (например – ФГУП «Нацрыбресурсы» и ОАО «Морской торговый порт» в г. Петропавловск-Камчатский, ОАО «Северо-восточный ремонтный центр» в г. Вилючинск и другие терминалы ВМФ).

8 мая 2013 г. вступили в силу изменения в Федеральный закон «О внутренних морских водах, территориальном море и прилегающей зоне Российской Федерации» и «Водный кодекс Российской Федерации», регулирующие вопросы использования и захоронения грунта, извлеченного при проведении дноуглубительных работ. Захоронение извлеченного грунта запрещено:

- 1) в границах особо охраняемых природных территорий (ООПТ) и их охранных зон;
- 2) в границах рыбохозяйственных заповедных зон внутренних морских вод и территориального моря;
- 3) в случае если этот грунт содержит вредные вещества.

В соответствии со статьей 37.1 Федерального закона «О внутренних морских водах, территориальном море и прилегающей зоне Российской Федерации», захоронение донного грунта во внутренних морских водах и территориальном море допускается на основании разрешения Росприроднадзора, выдаваемого по согласованию с Минобороны России, Росморречфлотом, Росрыболовством. В составе запроса на получение разрешения на захоронение грунта необходимо представить в том числе:

- характеристики донного грунта;
- характеристики района и метода захоронения донного грунта;
- программу наблюдений за районами захоронения донного грунта и состоянием морской среды в ходе захоронения донного грунта.

Существующий район сброса грунта №337, расположенный в Авачинском заливе, находится в охранной зоне памятника природы регионального значения «Остров Старичков» и не может использоваться. Возникает необходимость определения и согласования нового района захоронения грунта.

Таким образом, очевидно, для выполнения решений по развитию инфраструктуры морского транспорта в Камчатском крае, а именно – для проведения дноуглубительных работ в морском порту Петропавловск-Камчатский, уже на начальных этапах работ необходимо проведение большого объема исследований, результаты которых требуются для получения разрешительной документации. Далее в процессе работ и после их завершения требуется вести мониторинг состояния районов проведения работ по дноуглублению и захоронению донного грунта. Указанные исследования в обязательном порядке включают в себя отбор значительного количества проб донного грунта или донных отложений.

Для отбора проб донного грунта требуются соответствующие технические средства, которые выбирают исходя из целей и задач исследования. Так, при оценке поверхностного распределения загрязняющих веществ (например, нефтепродуктов) и для определения степени загрязненности дна в настоящее время пробы отбирают из поверхностного слоя донных отложений. Для этого используют дночерпатели и драги. При определении распределения веществ в толще донных отложений (например, тяжелых металлов) и при исследовании распределения загрязняющих веществ по годам пробы отбирают по слоям донных отложений, применяя стратиметры и трубки различных конструкций [5].

В Камчатском крае отбор проб донных отложений проводится, в том числе, федеральным бюджетным учреждением «Камчатская дирекция по техническому обеспечению надзора на море». Так, например, в 2009 г. с участием учреждения было реализовано природоохранное мероприятие «Установление источников повышенного риска и оценка воздействия на морскую акваторию Авачинской губы в районах мест бункеровки, разработка программы благоустройства мест бункеровки с целью предупреждения ЧС(Н)», в рамках которого проводилось комплексное обследование мест бункеровки с отбором проб донного грунта. Устройства для отбора проб вы-

бирали, исходя из целей и задач исследований и состава привлекаемых к работам технических средств. Так как обследование проводилось с применением водолазных работ, то и отбор проб донных отложений производили водолазом одновременно с другими работами. Для этого водолазом использовался «Универсальный пробоотборник воды и донных отложений, арт. 12.42», производитель – фирма «Eijkelkamp», Нидерланды.

В процессе отбора проб были выявлены некоторые конструктивные недостатки указанного пробоотборника. Кроме того, водолазные работы дорогостоящи, и их применение специально для отбора проб экономически нецелесообразно. Без водолаза использовать пробоотборник не представляется возможным, т.к. его максимальная рабочая глубина не превышает 5 м. В 2011 г. во время работы в местах аварийных разливов нефтепродуктов предпринимались попытки применения устройства для отбора проб донных отложений, способного работать без привлечения водолаза. С борта катера использовалось устройство «Трубка ГОИНа ТГ-1,5», производитель – ООО «Гидрометеоприбор», г. Санкт-Петербург. Был выявлен ряд недостатков указанного устройства, что позволило, с одной стороны, сделать вывод об ограниченной возможности его применения, а с другой – сформулировать более конкретные требования к устройствам для отбора проб донных отложений.

По выявленным на практике критериям был осуществлен поиск имеющихся на рынке устройств по отбору проб донных отложений, собрана информация об их технических характеристиках, возможностях, конструкции и принципе действия.

Анализ собранной информации позволяет сделать вывод, что представленные на рынке устройства для отбора проб донных отложений обладают теми или иными недостатками, которые существенно затрудняют их использование для проведения исследований морских водных объектов. Например, устройства штангового типа, такие как трубчатые пробоотборники фирмы «Eijkelkamp», либо дночерпатель «ГР-91», не удовлетворяют требованиям по рабочей глубине. Максимальная глубина отбора проб такими устройствами не превышает 5–5,5 м, в то время как глубина в морском порту Петропавловск-Камчатский даже непосредственно возле причала составляет минимум 6–8 м, а в предполагаемом районе захоронения донного грунта за пределами бухты Авачинская губа она может превышать 100 м. Проблемой устройств трубчатого типа является отсутствие или несовершенство конструкции механизма запирания нижней части пробоотборной трубки, что часто ведет к потере образца при подъеме на поверхность. Ковшовые дночерпатели позволяют успешно решать задачи лишь в тех случаях, когда не требуется проводить отбор проб с сохранением слоев донных отложений.

Из предлагаемых устройств наиболее перспективным представляется трубчатый дночерпатель «ДТ-3», так как он, в соответствии с предоставленным производителем описанием, лишен большинства характерных недостатков и обладает достаточной универсальностью. Тем не менее фактическая пригодность дночерпателей «ДТ-3» (с комплектом дополнительных приспособлений) для отбора проб донных отложений в прикамчатских морских водах может быть проверена только на практике, что затруднено высокой стоимостью и длительными сроками изготовления этого устройства.

В процессе поиска существующих устройств для отбора проб донных отложений также встречалась информация об устройствах, которые были разработаны, изготовлены и опробованы на практике, но в серийное производство и свободную продажу не внедрены. Как правило, такие устройства изготавливаются (в том числе по индивидуальному заказу) в единичных экземплярах и используются различными научно-исследовательскими и проектными организациями для конкретных целей. Большую группу таких устройств составляют пробоотборники, предназначенные для морских инженерно-геологических изысканий. Они характеризуются большими габаритами и массой (от 150 кг), зачастую для их работы требуется электроэнергия или сжатый воздух, поэтому использоваться они могут только с борта судна, оборудованного соответствующими грузоподъемными устройствами и энергетическими системами. Применение таких тяжелых технических средств для отбора проб донных отложений в портовых акваториях нецелесообразно или затруднительно.

Для проведения экологических исследований морских водных объектов в прибрежной и портовой зоне требуются устройства небольшой массы и габаритов, способные работать с малых плавсредств и с причала. Указанным требованием соответствует пробоотборник СПРУТ-2, информация о котором представлена в учебно-методическом пособии [6]. Это устройство исполь-

зуется в научно-исследовательских и учебных целях. Пробоотборник СПРУТ-2 выгодно отличается от других подобных устройств рядом конструктивных особенностей (сегментный отсечной механизм в нижней части пробоотборника, быстросъемные пробоотборные гильзы из оргстекла, возможность использования пробоотборника как на очень мягких осадках, так и на плотных грунтах). Вместе с тем пробоотборник СПРУТ-2 выпускался в единичном или мелкосерийном производстве, поэтому он не доступен для свободного приобретения всеми заинтересованными организациями. Очевидно, что помимо разработки и испытаний устройств по отбору проб донных отложений не менее важными задачами являются их внедрение и обеспечение свободного доступа к ним.

Таким образом, при разработке предварительного проекта ТОСЭР «Камчатка» реконструкция морского порта Петропавловск-Камчатский определена как одна из важнейших задач. Реконструкция морского порта связана с большим объемом дноуглубительных работ, что обуславливает необходимость проведения большого объема исследований и мониторинга донных грунтов. Вместе с тем существующие устройства для отбора проб донных отложений и грунтов обладают различными недостатками, которые существенно усложняют их использование для исследований прибрежных и портовых районов морских водных объектов. Поэтому разработка, испытания и внедрение устройств по отбору проб донных отложений и грунтов, имеющих улучшенные характеристики по сравнению с существующими – актуальная для развития морского порта Петропавловск-Камчатский задача. При этом разрабатываемые устройства должны соответствовать следующим основным требованиям:

- 1) возможность работы на глубинах до 100 м;
- 2) способность отбирать пробы как с поверхностного слоя донных отложений, так и с сохранением послойной структуры;
- 3) способность работы на донных грунтах различного гранулометрического состава и плотности;
- 4) масса и габариты устройства должны позволять работать с малых плавсредств и с причала. Устройство должно обслуживаться одним-двумя операторами и работать без привлечения водолаза;
- 5) конструкция должна обеспечивать сохранность пробы при подъеме на поверхность;
- 6) материалы изготовления должны быть химически нейтральными, легко очищаться, обладать коррозионной стойкостью;
- 7) конструкция должна обладать достаточной простотой и невысокой стоимостью для его изготовления в серийном производстве.

Разработка, испытания и внедрение устройств по отбору проб, отвечающих указанным требованиям, позволит с высокой эффективностью проводить исследования донных отложений и грунтов в морском порту Петропавловск-Камчатский, что в итоге будет способствовать упрощению и ускорению работ по реконструкции порта и реализации решений по ускорению социально-экономического развития Камчатского края.

Литература

1. О государственной поддержке социально-экономического развития Камчатского края: Постановление Совета Федерации Федер. Собр. Рос. Федерации от 29 октября 2014 г. № 500-СФ // Собрание законодательства РФ. – 2014. – 10 ноября. – № 45. – Ст. 6204.
2. О территориях опережающего социально-экономического развития в Российской Федерации: Федер. закон Рос. Федерации от 29 декабря 2014 г. № 473-ФЗ: принят Гос. Думой Федер. Собр. Рос. Федерации 23 декабря 2014 г.: одобр. Советом Федерации Федер. Собр. Рос. Федерации 25 декабря 2012 г. // Рос. газ. – 2014. – 31 декабря. – № 299.
3. Об итогах деятельности Министерства Российской Федерации по развитию Дальнего Востока в 2013 году и первой половине 2014 года. Заседание итоговой коллегии Министерства Российской Федерации по развитию Дальнего Востока. – Владивосток, 23 июня 2014 [Электронный ресурс]. – URL: <http://minvostokrazvitiya.ru/upload/kollegiya-DV.pdf> (дата обращения: 30.01.2014).
4. Территория опережающего социально-экономического развития «Камчатка». Морской торговый порт Петропавловска-Камчатского – точка роста ТОСЭР «Камчатка» [Электронный ресурс]. – URL: http://port.kamchatka.ru/about/kamchatka_t.shtml.

5. ГОСТ 17.1.5.01-80 Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к отбору проб донных отложений водных объектов для анализа на загрязненность.

6. *Бураева Е.А.* Учебно-методическое пособие к курсу «Радиоэкология» для студентов физического факультета, обучающихся по специальности основного профессионального образования «Радиационная безопасность человека и окружающей среды». Лабораторный спецпрактикум (Методика пробоотбора). – Ростов/н/Д., 2007 [Электронный ресурс]. – URL: http://sfedu.ru/www/umr.umr_show?p_startpage=2&p_umr_name=&p_umr_author=&p_umrc_id=&p_umr_id=&p_per_id=5827.

УДК 639.228(265.53)

Н.Л. Асеева, А.В. Левицкая

*Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «ТИНРО-Центр»,
Владивосток, 690091
e-mail: aseeva_n@hotmail.com*

ДИНАМИКА ПРОМЫСЛА ЧЕРНОГО ПАЛТУСА В ОХОТСКОМ МОРЕ

Рассмотрены изменения промысла черного палтуса за последние 30 лет в Охотском море. Приведены данные о динамике запасов черного палтуса. На сегодняшний день состояние популяции оценивается как удовлетворительное с тенденцией к восстановлению запасов.

Ключевые слова: черный палтус, динамика запаса, промысел, Охотское море.

N.L. Aseeva¹, A.V. Levitskaya¹

*¹Pacific Fisheries Research Center (TINRO)
Vladivostok, 690091
e-mail: aseeva_n@hotmail.com*

DYNAMICS OF GREENLAND HALIBUT FISHERY IN THE OKHOTSK SEA

Changes of the Greenland halibut landings in the Okhotsk Sea for the last three decades were analyzed. Data on its stock dynamics were presented. Modern state of the main halibut population was evaluated as satisfactory with a tendency to restoration.

Key words: Greenland halibut, stock dynamics, fishery, the Okhotsk Sea.

Черный палтус заселяет практически весь склон и шельф Охотского моря с глубинами от 50–75 до 1500–1600 м, составляя значительную часть ихтиоценов материкового склона. Этот вид является одним из основных объектов глубоководного промысла в Охотском море. Черный палтус является долгоживущим видом, при перелове для восстановления его запасов требуется длительное время. Поэтому меры по управлению промыслом должны быть направлены на избежание возможного перелова.

Промысел черного палтуса в Охотском море начался в 1976 г. после введения 200-мильных экономических зон, и с тех пор здесь добывается 70–98% от общего объема вылова черного палтуса в водах России. При этом годовой вылов менялся в большом диапазоне: от 0,5 до 20–21 тыс. т. Столь резкие изменения показателей промысла обусловлены как изменениями запасов, так и экономическими и организационными причинами.

Флуктуации запасов черного палтуса происходят по-разному в разных районах Охотского моря, что, по-видимому, связано с его популяционной организацией, относительно которой в настоящее время единого мнения нет. Согласно одной гипотезе в пределах моря обитает единая

суперпопуляция, разделенная на две группировки субпопуляционного ранга – восточно-сахалинскую и западно-камчатскую [1, 2]. Западно-Камчатская субпопуляция более многочисленна, сложно организована, и в основном она определяет состояние запасов черного палтуса в Охотском море. Пространственно она заселяет три промысловых подзоны Охотского моря: Камчатско-Курильскую, Западно-Камчатскую и Северо-Охотоморскую. Восточно-Сахалинская субпопуляция заселяет подзону с аналогичным названием. Ее биомасса складывается из особей местного происхождения и западно-камчатского палтуса, занесенного сюда на ранних стадиях развития в виде личинок и мальков или подошедших на нагул рекрутов из северных и северо-восточных районов моря. Ю.П. Дьяковым первоначально в Охотском море выделялось несколько самостоятельных популяций [3, 4].

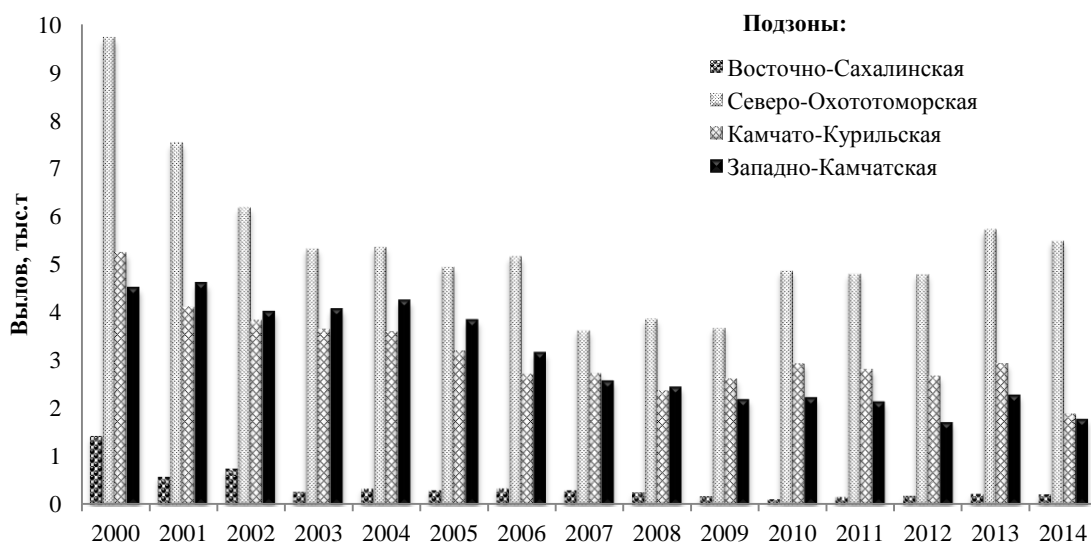
Целью данной работы является оценка современного состояния запасов черного палтуса в Охотском море.

В работе использована промысловая статистика за 1976–2014 гг. по траловому, ярусному и сетному промыслу у побережья западной Камчатки, в северной части Охотского моря и у юго-восточного побережья о. Сахалин. Данные о биомассе и численности черного палтуса получены в ходе учетных донных съемок, выполнявшихся ТИНРО в период с 1977 по 2013 гг.

После открытия промысел черного палтуса в Охотском море в 1976 г. по 1992 г. промысел палтуса велся только тралами, поэтому облавливались скопления в основном у юго-западной Камчатки. В труднодоступных районах (впадина ТИНРО, о. Сахалин и пр.) запасы не осваивались из-за сложности грунта. Годовые уловы быстро выросли до величин свыше 17 тыс. т во второй половине 1970-х – первой половине 1980-х гг., а затем снижались.

В последние десятилетия промысел осваивает новые орудия лова и расширяется в направлении северной части Охотского моря. В 1990-х гг. уловы, о которых можно судить по данным промысловой статистики, резко снизились по экономическим причинам, но не исключено, что в начале 1990-х гг. процветал браконьерский промысел черного палтуса. Со второй половины 1990-х гг. учет вылова палтуса начал постепенно налаживаться, данные статистики стали лучше отражать реальные результаты работы рыбаков, хотя даже при налажившемся в последние годы учете данные официальной статистики и реальный вылов могут значительно расходиться. К 2000 г. годовой вылов достиг максимума – 23 тыс. т., но в последующие годы несколько снизился и менялся в пределах 8,8–16,9 тыс. т, в 2010–2014 г. – около 10 тыс. т (рисунок). Особенно снизился вылов в Восточно-Сахалинской подзоне, где в последние годы вылов едва превышает 0,2 тыс. т.

В последние годы специализированный промысел палтуса ведется в основном восточнее 150° в.д., в трех подзонах – Северо-Охотоморской, Западно-Камчатской и Камчатско-Курильской, составляющих по всей видимости ареал Западно-Камчатской субпопуляции.



Динамика вылова черного палтуса в Охотском море в 2000–2014 гг.

На протяжении периода промысла биомасса черного палтуса в Охотском море изменялась в пределах от 240 до 360 тыс. т (по некоторым оценкам – до 450 тыс.т). Наиболее высоким ее уровень был отмечен во второй половине 1980-х – первой половине 1990-х гг., а затем запас постепенно снижался (табл.). По данным последних учетных съемок 2013 г., промысловый запас черного палтуса в Охотском море оценен довольно высокой величиной – в 206 тыс. т, полностью учтенной в пределах западно-камчатской субпопуляции, – в Северо-Охотоморской, Западно-Камчатской и Камчатско-Курильской промысловых подзонах.

Существует мнение, что значительное снижение запасов черного палтуса в 2000-е годы может быть связано не только с переловом, но и с естественной динамикой численности популяции – с неурожайными поколениями конца 1980-х – 1990-х гг., что совпало с интенсификацией промысла.

Следует также отметить, что к снижению уловов палтуса может быть вызвано также косатками, объедающими крючки и сети во время выборки. По подсчетам наблюдателей [5, 6] в последние годы при сетном промысле не менее 37% палтуса теряется по этой причине. Без сомнения, это слишком большая величина, для того чтобы ею пренебрегать, поэтому в последние годы потери палтуса из-за косаток учитываются при определении ОДУ.

Таблица

Биомасса и численность черного палтуса в Охотском море, по данным учетных съемок

| Год | Подзона | | | | | | | | | |
|---------|---------------------|-------------|--------------------|-------------|----------------------|-------------|----------------------|-------------|-----------|-------------|
| | Северо-Охотоморская | | Западно-Камчатская | | Камчатско-Курильская | | Восточно-Сахалинская | | Всего | |
| | Био-масса | Численность | Био-масса | Численность | Био-масса | Численность | Био-масса | Численность | Био-масса | Численность |
| 1977–78 | 49,0 | 23,5 | 48,6 | 44,2 | 79,2 | 24,0 | 27,5 | 8,8 | 204,3 | 100,5 |
| 1985–86 | 86,4 | 65,4 | 86,3 | 76,1 | 86,5 | 35,8 | – | – | 259,2 | 177,3 |
| 1986–87 | 83,5 | 48,8 | 81,5 | 47,7 | 92,8 | 32,2 | 72,5 | 46,2 | 330,3 | 174,9 |
| 1989 | 67,0 | 33,0 | 65,2 | 37,1 | 89,7 | 30,3 | 67,5 | 25,5 | 289,4 | 125,9 |
| 1997 | 61,1 | 62,2 | 85,9 | 68,3 | – | – | 18,5 | 16,4 | 225,5 | 146,9 |
| 2000 | 45,0 | 41,4 | 54,2 | – | 50,5 | – | 6,0 | 7,0 | 155,7 | |
| 2009 | 131,5 | 67,2 | – | – | – | – | 6,14 | 3,72 | | |
| 2010 | 161,8 | 53,0 | 38,55 | 16,5 | 49,1 | 16,6 | – | – | 255,6 | 89,8 |
| 2013 | 123,75 | 40,75 | 50,47 | 19,53 | 31,85 | 11,10 | – | – | 206,07 | 71,02 |

Промыслом эксплуатируется преимущественно западно-камчатская популяция (субпопуляция) черного палтуса.

1. Динамика промысла черного палтуса соответствует изменениям состояния запасов этого вида.

2. Современное состояние западно-камчатской популяции (субпопуляции) черного палтуса оценивается как удовлетворительное, с тенденцией к восстановлению, при этом основная часть запаса распределяется в Северо-Охотоморской подзоне, что обеспечивает наилучшие промысловые показатели в этой подзоне.

3. Современное состояние восточно-сахалинской популяции (субпопуляции) оценивается как неудовлетворительное, хотя снижение запаса прекратилось, восстановление его идет крайне медленно. Возможностей для возобновления промысла черного палтуса в Восточно-Сахалинской подзоне в настоящее время нет.

Литература

1. *Николенко Л. П.* Биология и промысел черного палтуса Охотского моря: Автореф. дис...канд. биол. наук. – Владивосток: ТИНРО, 1998. – 22 с.

2. *Николенко Л.Н., Катугин О.Н.* Генетическая дифференциация черного палтуса *Reinhardtius hippoglossoides* в Охотском море и сопредельных водах // Изв. ТИНРО. – 1998. – Т. 124. – С. 251–270.

3. *Дьяков Ю.П.* Популяционная структура черного палтуса северной части Тихого океана. Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Владивосток: ТИНРО, 1985. – 22 с.

4. *Дьяков Ю.П.* Камбалообразные дальневосточных морей России. – Петропавловск-Камчатский, 2011. – 430 с.

5. Семенов Ю.К., Смирнов А.А. О негативном влиянии косаток (*Orcinus orca*) на промысел черного палтуса в Охотском море // Сб. научных трудов Магаданского НИИ рыб. хозяйства и океанографии. – Вып. 2. – 2004. – С. 400–408.

6. Николенко Л. П. Сверхстатистические потери палтусов и крабов при глубоководном сетном и ярусном промысле в Охотском море // Вопросы рыболовства. – № 11. – 2010. – С. 21–32.

УДК 631.23:681.536.5

И.С. Билан, С.Ю.Труднев

*Камчатский государственный технический университет
Петропавловск-Камчатский, 683003
e-mail:www.phone@mail.ru*

**РАЗРАБОТКА УСТРОЙСТВА АВТОМАТИЧЕСКОГО ПОДДЕРЖАНИЯ
ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМА В ПАРНИКАХ (ТЕПЛИЦАХ)
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МИКРОКОНТРОЛЛЕРА**

В статье рассматриваются проблема автоматизации сельскохозяйственного комплекса и варианты автоматизации процесса вентилирования помещений (теплиц).

Ключевые слова: микроконтроллер, датчик тепла, сельское хозяйство, теплица, система автоматического проветривания, двигатель.

I.S. Bilan, S.U. Ttrudnev

*Kamchatka State Technical University,
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003
e-mail:www.phone@mail.ru*

**THE DEVELOPMENT OF AUTOMATIC MODE TEMPERATURE DEVICE
FOR GREENHOUSES WITH MICROCONTROLLER**

The problem of agricultural sector automation and variants of greenhouses ventilation automation are analyzed in the article.

Key words: microcontroller, heat detector, agriculture, greenhouse, automatic ventilation system, engine.

Материал посвящен разработке устройства автоматического вентилирования помещения (теплицы, дачных домов) с применением современных микроконтроллеров. Представлены функциональные схемы, а также дано подробное их описание. Обоснованы основные преимущества предлагаемого устройства перед аналогами.

В настоящее время в связи с обострившейся международной ситуацией большое внимание уделяется отечественному сельскому хозяйству. Но в современном мире без модернизации и автоматизации производства нельзя добиться положительных результатов и пробиться на рынок. Именно для этого в данное время из бюджета выделяются большие средства. Большие компании могут позволить себе заказывать дорогое импортное оборудование. А компании поменьше вынуждены брать кредиты или работать старыми методами. В нашем регионе, Камчатском крае, возможно только тепличное сельское хозяйство, а его модернизация еще более сложная и дорогая. На рынке есть некоторые компании, занимающиеся автоматизацией сельскохозяйственных предприятий. Но они слишком завышают цены и не работают с тепличными хозяйствами.

Согласно последним официальным данным Правительства РФ реализуется федеральная программа импортозамещения. По ней сельскохозяйственные предприятия будут получать сред-



Рис. 1. Автоматизированная теплица

ства на автоматизацию и средства, способствующие повышению урожайности. Вопрос остается только в том, где взять системы отечественных производителей, способные решить эти задачи.

Решением этой проблемы может стать создание системы, позволяющей автоматизировать теплицу и весь дачный участок за относительно небольшие деньги, с высокой степенью автоматизации и простотой в установке [1].

Система состоит из:

- 1) микроконтроллера;
- 2) датчиков тепла;
- 3) шагового двигателя;
- 4) в зависимости от способа питания добавляются

или аккумулятор, или понижающий трансформатор.

Система работает следующим образом: от датчика температуры сигнал поступает в микроконтроллер, с микроконтроллера подается сигнал на включение двигателя, который осуществляет поднятие или открытие рамы, и происходит проветривание помещения. В случае отказа система есть возможность осуществить открытие в ручном режиме. Также система будет усовершенствоваться: в разработке программа, позволяющая следить за работой всех автоматических систем с компьютера [2].

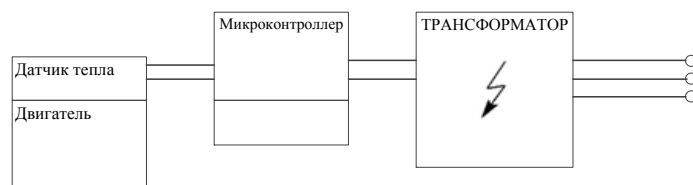


Рис. 2. Питание с сети

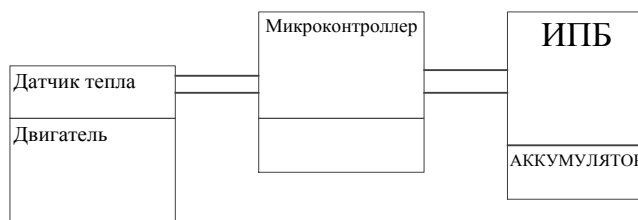


Рис. 3. Питание с аккумулятора

Данная система имеет ряд существенных преимуществ перед другими системами:

- простота установки;
- высокая ремонтпригодность;
- надежность;
- возможность усовершенствования уже выстроенных строений;
- универсальность;
- автономность.

Система найдет свое применение в тепличном хозяйстве поселка «Термальный», у владельцев загородных домов и садово-огородных товариществах за счет своей простоты и относительно низкой стоимости.

Литература

1. Справочник по электрическим машинам: В 2т. Т. 2 / Под общ. ред. И.П. Копылова, Б.К. Клокова. – М.: Энергоатомиздат, 1989. – 688с.
2. Автоматизированный электропривод / Под общ. ред. Н.Ф. Ильинского, М.Г. Юнькова. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 544 с.

УДК 658:504

А.В. Веретёхин

*Институт информационно-полиграфических технологий,
Симферополь, Республика Крым, 295493
v_a_v_crimea@mail.ru*

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

В работе рассмотрены основные экологические аспекты и факторы влияния промышленного предприятия на окружающую среду, качество жизни и здоровье человека. На примере печатных и целлюлозно-бумажных производств намечены пути снижения ущерба на основе эколого-ориентированного управления предприятиями отраслевого кластера.

Ключевые слова: экология, эколого-экономическая безопасность, отрасль печати, окружающая среда.

A.V. Veretyokhin

*Institute of Information and printing technologies,
Simferopol, Republic of Crimea, 295011
v_a_v_crimea@mail.ru*

ENVIRONMENTAL ASPECTS OF ECONOMIC SECURITY OF INDUSTRIAL ENTERPRISE

The article describes the main ecological aspects and factors of the industrial enterprise influence on environment, quality of life and human health. On the example of the printing and paper and pulp industries the ways to reduce the damages are determined on the basis of the environmentally oriented business management for the industry cluster.

Key words: ecology, ecological and economic security, printing industry, environment.

В современных условиях реиндустриализации народного хозяйства промышленный менеджмент вынужден учитывать эволюцию новых вызовов и первоочередных рисков экономической безопасности. С каждым годом возрастает значимость экологической составляющей управления, поскольку истощение природных ресурсов и негативные изменения окружающей среды (ОС) в долгосрочной перспективе ставят под угрозу деятельность бизнеса. Необдуманная промышленная политика провоцирует нарушение природного баланса и несет опасность самому существованию экосистем. Инвестирование в подобные проекты влечет убытки, сопоставимые с доходами, а иногда и превышающие экономический эффект [1]. В такой ситуации необходимо крайне осмотрительно подходить к развитию и реновациям производств.

В связи с этим все отчетливее намечается изменение перспективного мышления руководителей производственного сектора экономики. В глобальных масштабах подвергаются ревизии приоритеты стратегического планирования. Большое значение экологических аспектов деятельности промышленного предприятия, а следовательно, и ответственно-паритетное взаимодействие со средой обитания воспринимаются как объективная осознанная необходимость [2, с. 97].

Вопросы экономической безопасности промышленных предприятий рассматривали в своих работах такие ученые, как С.Н. Блинникова, И.Я. Богданов, В.А. Богомолов, А. В. Возженков, Е.Д. Кормишкин, А. Ю. Кравчук, М.Е. Листопад, Г.А. Минаев, Е. А. Олейников, В. К.Сенчагов и другие. Труды В.В. Артюхова, И.С. Белик, Ю.Е. Бобарыкиной, Н.Е. Булетовой, А.С. Карелова, Е.В. Котляровой, А.С. Мартынова, В.В. Сабадаш, Н.Н. Скитер, Е.Ю. Труновой, Е.В. Хлобыстова посвящены экологической, эколого-экономической безопасности и эффективности предприятий, регионов и государства в целом.

Исследованием экологических управленческих подходов в различных отраслях народного хозяйства занимались Т.Е. Алиева, Е.Е. Белоусова, А.Г. Дедов, О.Г. Лаптева, О.П. Лыков, С.В. Маркин, А.Ю. Недре. Большинство научных работ в этой сфере основаны на систематизации экологических факторов в добывающей промышленности и нефтегазовом комплексе. Системный подход к практическому экологическому управлению применен в исследованиях С.Ю. Дайман, Е.А. Заика, Т.В. Островкова, Т.В. Сокорнова. В них внимание сконцентрировано на универсализации и обобщении показателей.

Некоторые аспекты согласования экономической, инвестиционной, хозяйственной и природоохранной деятельности в отраслевом кластере печати затрагивали в своих исследованиях И.К. Муруева, Т.И. Шишелова, А.А. Щербаков, А.С. Янулевич. В этих работах основное внимание акцентировалось на конкретной проблематике Байкальского целлюлозно-бумажного комбината. Вследствие чего факторы не рассматривались комплексно и не получили всестороннего освещения.

Целью данного исследования является формулирование и систематизация экологических аспектов экономической безопасности на примере предприятия отраслевого кластера печати. В статье рассмотрены конкретные факторы взаимного воздействия этих производств и ОС. С учетом экономической целесообразности намечены пути минимизации негативного влияния предприятий на внешнее окружение и здоровье человека.

Реализация модели экологического управления подразумевает кодификацию приоритетных аспектов, что сопряжено с их ранжированием по экологической, экономической и общественной значимости. Кроме того необходимо учесть техническую реализуемость и возможность регулируемости [3]. В каждой отрасли народного хозяйства существуют свои особенности и уникальные факторы взаимодействия с внешней средой. Многие экологические аспекты промышленной деятельности универсальны. Однако корректная систематизация и распределение главенства показателей возможны только в привязке к конкретному виду деятельности. Рассмотрим формулировку и группировку аспектов и факторов на примере предприятий отрасли печати. Этот отраслевой кластер включает в себя учреждения издательско-полиграфического направления и целлюлозно-бумажные комплексы. В нынешних реалиях большинство производств, занятых непосредственно печатью, традиционно считаются не несущими серьезных экологических угроз. Это связано с достаточно современными технологиями и, как следствие, относительно невысоким негативным воздействием на окружение. Однако специфика продукции подразумевает использование больших объемов сырья. Несмотря на совершенствование производственных процессов, пока не представляется возможным полностью отказаться от трудноперерабатываемых и токсичных материалов.

Целлюлозно-бумажные предприятия более опасны, что связано со значительным энергопотреблением – 4-е место по промышленности. Кроме расходования невозполняемых природных ресурсов это приводит к большим тепловым выбросам и загрязнению атмосферы.

Одним из самых актуальных моментов изготовления целлюлозы и бумаги было и остается значительное водопотребление и массивированный сброс сточных вод, приводящие порой к тяжелым последствиям для эндемичных экосистем. Например, в среде специалистов высказывалось мнение, что экологический ущерб, нанесенный Байкальским ЦБК, вполне сопоставим с экономическим эффектом его деятельности [4].

Существенный урон ОС наносит также большое потребление печатной отрасли древесины. Объемы использования некоторых ее сортов превосходят возможности естественного самовозобновления. То есть основное сырье можно лишь условно назвать возобновляемым природным ресурсом.

Исходя из вышесказанного, определение основных моментов влияния печатных производств на экологию – достаточно масштабная задача, что связано с разнообразием и сложностью технологических процессов. При первичной оценке и разработке эколого-экономической парадигмы имеет смысл вычлнить и уделить особое внимание первостепенным. Относительность понятия важности предопределяет высокую долю субъективизма при оценке значимости критериев. Тем не менее в каждом конкретном случае необходимо исходить из стратегической целесообразности, особенностей природного окружения, рода деятельности предприятия; учитывать возможность нештатных ситуаций, технологических остановов и перезапусков [5]. При необходимости наиболее весомые экологические аспекты могут быть разделены на оказывающие прямое либо

косвенное воздействие на ОС. В данном случае такое разграничение вполне оправданно. Основная продукция печатных предприятий – бумажные и полимерные носители информации, этикетка, упаковка и т.д. С ежегодным ростом объемов этих фабрикатов связана проблема их последующей утилизации и переработки. Это обстоятельство относят к аспектам непрямого (косвенного) действия, что не умаляет его актуальности.

Упорядочение важнейших аспектов в комплексе с конкретизацией основных факторов позволяет наметить пути и выработать рекомендации по снижению финансовых потерь и экологического ущерба. Сведенные данные представлены в таблице.

Таблица

Основные экологические аспекты деятельности предприятий отраслевого кластера печатной промышленности

| Аспекты природоохранной деятельности | Факторы воздействия на окружающую среду, здоровье персонала и населения | Направления минимизации ущерба |
|--|--|--|
| 1 | 2 | 3 |
| ПРЯМОГО ДЕЙСТВИЯ | | |
| Химическое загрязнение ОС | Выбросы загрязняющих веществ в атмосферу, испарения химикатов (в первую очередь растворителей) снижают показатели экологической безопасности, негативно влияют на качество жизни населения. Сбросы сточных вод повышают концентрацию загрязняющих веществ в поверхностных водоемах, подземных водах и горизонтах. Использование специфических расходных материалов (лаков, красок) влечет накопление трудноудаляемых отложений ядовитых веществ. | Интенсивная природоохранная деятельность на предприятиях печатной промышленности. Обустройство систем очистки воздуха и воды. Совершенствование устройств переработки и рекуперации для повторного использования в технологическом процессе. Замена морально устаревших расходных материалов на безопасные. |
| Механическое загрязнение ОС | Бумажная пыль, твердые отходы относительно безвредных сыпучих материалов влекут за собой загрязнение прилегающих территорий, воздуха, грунтовых вод; могут вызывать аллергические реакции у людей и животных | Применение современных систем вентиляции с интеграцией пыле-, грязеулавливателей. Постоянное повышение культуры производства. Организация мероприятий по сбору и складированию отходов |
| Утилизация производственных отходов, оснащения, оборудования | Образование твердых, жидких и газообразных отходов, в том числе и не подлежащих безопасной переработке, влечет за собой существенные материальные затраты и ущерб экосистеме. Утилизация отслужившего оборудования и оснастки связана с необходимостью очистки от вредных химических загрязнений; в некоторых видах устаревшего оснащения содержатся опасные тяжелые металлы (свинец) | Применение более совершенных технологий производства и утилизации. Отказ от вредных основных и расходных материалов в пользу экологически безопасных. Сокращение количества отходов за счет рекуперации материалов. |
| Нарушение земель, трансформация ландшафтов и загрязнение почв; климатическое воздействие | Масштабное капитальное строительство приводит к образованию новых форм рельефа, что может повлечь изменения локальной «розы ветров». Деятельность производства обуславливает использование земель под складирование и захоронение отходов. Отрицательное результирующее влияние: загрязнение, захламление земель отходами; деформация земной поверхности; нештатные ситуации с экологическими последствиями. | Совершенствование законодательной базы в сфере землепользования. Использование современных технологий строительства на новых объектах, реконструкция существующих предприятий, с учетом требований безопасности, в том числе и целесообразной ориентации зданий для оптимизации режима движения воздушных масс. Рекультивация земель в промышленных зонах и местах захоронения вредных отходов |
| Использование энергоресурсов, в т.ч. невозобновляемых | Масштабное (4-е место в промышленности), зачастую нерациональное, использование топливно-энергетических ресурсов печатной отраслью ускоряет истощение недр. Массированные тепловые выбросы в атмосферу усиливают негативный эффект от индустриальной деятельности | Модернизация производств и совершенствование технологий, направленные на снижение энергопотребления. Использование возобновляемых энергоресурсов, в т.ч. энергии ветра |

| 1 | 2 | 3 |
|--|--|--|
| Переработка больших объемов сырья и материалов; водопотребление | Производство бумаги, расход запечатываемого материала (бумага, полимеры) сопряжены с интенсивным использованием условно-возобновляемых природных ресурсов (древесина) и химического сырья на основе ископаемых углеводородов. Расходование пресной воды в технологических целях, зачастую неоправданно завышенное. Существенные потери сырьевых компонентов и материалов в технологических процессах. Кумулятивный фактор: истощение природных ресурсов | Оптимизации расходования сырья за счет снижения технологических отходов и рекуперации расходных материалов. Использование биополимеров на основе растительного сырья. Сокращение расходования воды для производственных нужд, очистка и вторичное ее использование |
| Непосредственное влияние производственных процессов на персонал и население | Производственные шумы, вибрация, испарения, техническая пыль создают физический дискомфорт, нервное напряжение и расстройства, могут вызывать различные заболевания | Использование современного оборудования, инновационных технологий, защитных средств. Применение замкнутых производственных циклов. Рециклинг жидких и летучих химикатов. Создание комфортного микроклимата в помещениях. Обустройство буферных санитарных зон предприятий. |
| КОСВЕННОГО ДЕЙСТВИЯ | | |
| Последующая переработка и утилизация произведенной продукции | До 65% полиграфической продукции не является товаром длительного пользования (упаковка, этикетка, одноразовая тара и емкости, рекламные и информационные материалы). Запечатываемый материал составляет свыше 90% от общей массы печатной продукции [6]. Вследствие вышеперечисленного, бытовые отходы почти наполовину состоят из макулатуры и упаковочных пластиков. Некоторые полиграфические фабрикаты трудно-перерабатываемы из-за высокого содержания связующих веществ (клей) и/или небезопасных химикатов (краски, лаки). Трудности с сортировкой бытовых отходов и вычленением бумажного и пластикового вторсырья | Внедрение биоразлагаемых пластиков и сортов бумаги, сверхтонкой упаковки, печать безопасными красками позволяют снизить безвозвратную утилизацию и вторично использовать либо употреблять отходы в качестве удобрений без существенных материальных затрат. Применение при переработке измельчителей и пакетировочных прессов снижает объемы захоронений, экологические и транспортные издержки. Введение раздельного сбора бытового мусора минимизирует необратимые потери макулатуры и полимеров |
| Организация и эффективность экологического управления предприятием | Специфика энергетической и сырьевой составляющих, высокие объемы выпускаемой продукции в печатной отрасли оказывают существенное влияние на устойчивость близлежащих экосистем. Разнообразие видов продукции, сложность технологических процессов в полиграфии и целлюлозно-бумажных производствах создают определенные сложности с идентификацией наиболее важных в каждом конкретном случае экологических аспектов, факторов и угроз. Без выработки природоохранной политики в современных условиях невозможно построение действенной эффективной модели управления предприятием в целом | Подбор и обучение персонала с учетом компетентности в вопросах охраны ОС. Повышение культуры производства в целом. Обеспечение мониторинга и максимальной достоверности данных о воздействии предприятия на ОС. Организация анализа, целеполагания, планирования, внедрения, контроля и корректировки экологической политики предприятия |
| Общественные интересы, экономическая целесообразность и социальная ответственность | Фактор природоохранных, социальных и экономических противоречий, в современных условиях, не может рассматриваться исходя лишь из локальных краткосрочных интересов | Целенаправленная законодательная и общественная работа, сосредоточенная на формировании нового постиндустриального общественного сознания, основанного на глобальных стратегических резонах |

На фоне перманентно изменяющихся условий деятельности трансформируется отношение субъектов печатной промышленности к эколого-экономическим проблемам. В связи с этим необходимо внедрять систематизированный подход к управлению экологической безопасностью предприятий.

Формирование экологической политики промышленного предприятия должно базироваться на поэтапной идентификации показателей взаимодействия с ОС. Для производств печатной от-

расли при первичной систематизации необходимо определить факторы, характер и степень воздействия на окружение, уровень значимости для предприятия и внешней среды выделенных экологических аспектов.

На основании оценки причинно-следственных связей эколого-экономических аспектов и факторов вырабатываются рекомендации по минимизации угроз природе и экономических убытков. Проведение углубленного анализа необходимо использовать в разработке парадигмы управления современным промышленным предприятием.

Литература

1. Муруева И. К. Оценка эффективности инвестиционных проектов с учетом экологического фактора // Молодой ученый. – 2012. – № 3. – С. 176–179.
2. Cooper K. Lean Printing: Cultural Imperatives for Success / Kevin Cooper. – Sewickley, PA: Printing Industries, 2010. – 148 p.
3. Маркин С.В. Экологическое обоснование и стратегия природоохранной деятельности в нефтегазовом комплексе / С.В. Маркин, Е.Е. Белоусова, О.П. Лыков, А.Ю. Недре, А.Г. Дедов // Труды Российского государственного университета нефти и газа имени И.М. Губкина. – 2010. – № 3/260 – С. 116–124.
4. Шишелова Т.И., Щербаков А.А., Янулевич А.С. Влияние БЦБК на Байкал // Успехи современного естествознания. – 2010. – № 10. – С. 63–64.
5. ГОСТ Р ИСО 14004–2007. Системы экологического менеджмента. Общее руководство по принципам, системам и методам обеспечения функционирования. – М.: Стандартинформ, 2009. – 36 с.
6. Макаров А. Экологический вызов и полиграфия // Курсив. – 2013. – № 4 – С. 2–6.

УДК 621.311:629.5

Д.В. Красницкий, С.Ю. Труднев

*Камчатский государственный технический университет,
Петропавловск-Камчатский, 683003
e-mail: d.krasnickiy.pk@mail.ru*

РАЗРАБОТКА УСТРОЙСТВА ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ

Статья посвящена вопросам улучшения качества электрической энергии на судах. Рассмотрены требования к качеству электрической энергии на судах в России и в других государствах. Разработана схема устройства для повышения качества электрической энергии, и объяснен принцип его работы. Выявлен прототип устройства, и дана его характеристика.

Ключевые слова: источник, регистр, инвертор, ионистор, нагрузка.

D.V. Krasnitskiy, S.U. Trudnev

*Kamchatka State Technical University,
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003
e-mail: d.krasnickiy.pk@mail.ru*

DEVELOPMENT OF DEVICES TO IMPROVE ELECTRIC ENERGY QUALITY

The article is dedicated to improving the quality of electricity on ships. The requirements to the quality of electric power on ships in Russia and in other states were analyzed. The scheme of the device to improve the quality of electricity was developed and explained. The device prototype with its characteristics was presented.

Key words: source, register, inverter, ionistor, load.

В наше время источники судовой электрической энергии все больше и больше претерпевают модернизации и усовершенствования, но на многих судах все также остается старое электрооборудование. Вследствие этого на старых судах возникают различные проблемы, такие как перепады напряжения, отклонения частоты сети и прочие. Важнейшие и необходимые приборы работают с перебоями или же совсем выходят из строя [1].

При рассмотрении регистров качества электрической энергии на судах в России и в некоторых других государствах (табл.) видно, что требования к качеству электроэнергии в России более мягкие, нежели в остальных странах, поэтому импортное современное электрооборудование часто выключается автоматикой.

Таблица

Требования к качеству электроэнергии на судах различных стран

| Классификационное общество | Точность поддержания напряжения | Частота питающей сети |
|--|---------------------------------|-----------------------|
| Регистр России | $\pm 2,5\%$ | $\pm 10\%$ |
| Английский Ллойд | $\pm 2,5\%$ | $\pm 5\%$ |
| Американское бюро судоходства | $\pm 4\%$ | $\pm 7\%$ |
| Норвежское бюро Веритас | $\pm 2,5\%$ | $\pm 5\%$ |
| Французское бюро Веритас | $\pm 2,5\%$ | $\pm 5\%$ |
| Японское классификационное общество | $\pm 1,5\%$ | $\pm 4\%$ |
| МЭК (Международная электротехническая комиссия) | $\pm 2,5\%$ | $\pm 5\%$ |
| Достигнутые наиболее высокие результаты эксплуатации | $\pm 1\%$ | $\pm 3\%$ |

Возникает вопрос: Что препятствует установке современных импортных источников электроэнергии? А препятствует этому трудоемкость процесса, а также необходимость в высокой финансовой обеспеченности.

Вследствие вышесказанного предлагается вариант решения данной проблемы (рис. 1).

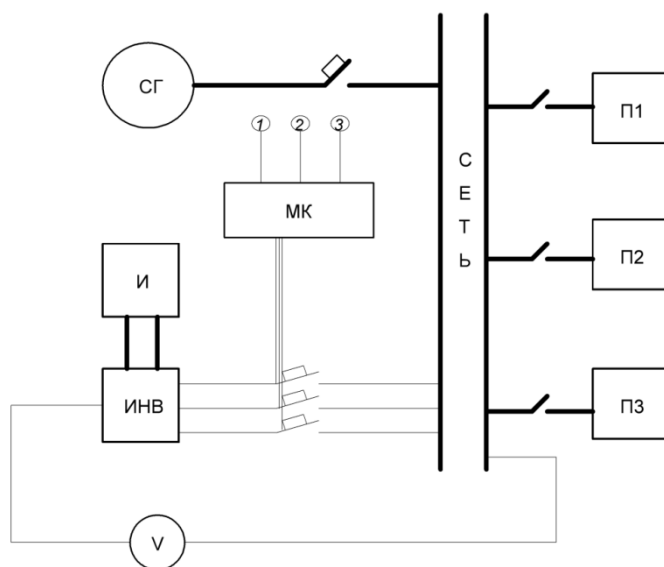


Рис. 1. Параллельная работа источника с сетью:

СГ – синхронный генератор, МК – микроконтроллер, И – ионистор, ИНВ – инвертор, П1, П2, П3 – потребители (нагрузка), 1, 2, 3 – датчики, подключаемые к микроконтроллеру

В сеть через инвертор подключен источник высокой удельной мощности, который разом выдает свою энергию в сеть, тем самым компенсируя перепады. За работой ионистора следит микроконтроллер, к которому подключены различные датчики. То есть при включении мощной нагрузки датчики посылают сигнал микроконтроллеру, который замыкает цепь, идущую от инвертора, и энергия ионистора попадает в главную сеть, тем самым подпитывает ее.

Был выявлен прототип: Способ синхронизации статического преобразователя частоты и источника переменного тока [2].

Структурная схема (рис. 2) состоит из статического преобразователя частоты 1 и источника переменного тока 2. Статический преобразователь частоты 1 включает задающий генератор 3, фазовый детектор 4, интегратор 5, преобразователь постоянного напряжения в переменное 6, систему импульсно-фазового управления 7, первичный источник электрической энергии 8, силовую часть статического преобразователя частоты 9, состоящую из силовых ключей: тиристоров или транзисторов, выходной силовой фильтр 10, сумматор 11. Общими элементами схемы являются устройство синфазной работы 12, нагрузка 13 и контактор параллельной работы 14.

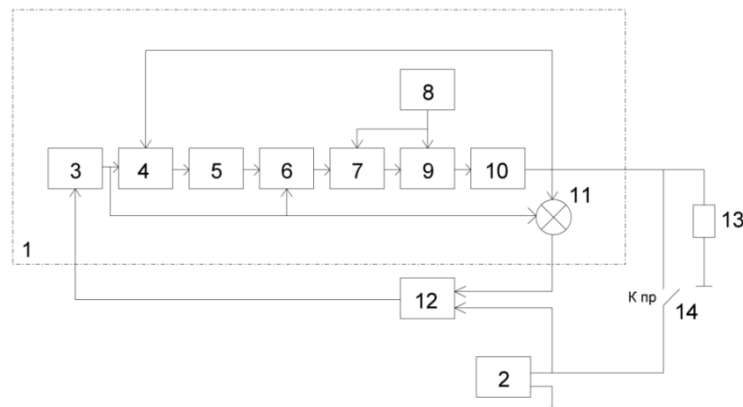


Рис. 2. Способ синхронизации статического преобразователя частоты и источника переменного тока

Прототип предлагаемого устройства имеет ряд недостатков, таких как отсутствие мгновенного запуска в параллель (невозможность использования в «горячем режиме»), сложность конструкции, высокая стоимость реализации.

Таким образом, предлагаемое устройство, имеющее несложную конструкцию, повышает качество электрической энергии, компенсируя колебания частоты и напряжения электрического тока, а также экономит электрическую энергию, что немаловажно в нестабильной на сегодняшний день экономической обстановке.

Литература

1. Труднев С.Ю. Разработка и исследование модели устройства активной защиты генераторного агрегата от кратковременных перегрузок // Вестник государственного университета морского и речного флота имени адмирала С.О. Макарова. – СПб., 2014. – № 2. – С. 23–31.
2. Способ синхронизации статического преобразователя частоты и источника переменного тока: пат. 2016462 Рос. Федерация № 4923591/07 заявл. 01.04.1992; опубл. 15.07.1994.

УДК 631.347:681.5

А.В. Крылевский, С.Ю. Труднев

*Камчатский государственный технический университет,
Петропавловск-Камчатский, 683003
e-mail: lefka.krilevski@gmail.ru*

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ ПОЛИВА ДАЧНОГО УЧАСТКА

Материал посвящен разработке системы автоматизации полива дачного участка. Представлена блок-схема, а также дано подробное ее описание. Обоснованы основные преимущества предлагаемого устройства.

Ключевые слова: электропривод, система управления, автополив, микроконтроллер.

A.V. Krylevskiy, S.U. Trudnev

Kamchatka State Technical University,
Petropavlovsk-Kamchatskiy, 683003
e-mail: lefka.krylevski@gmail.ru

DEVELOPMENT OF AUTOMATION IRRIGATION SYSTEMS FOR SUBURBAN AREA

The article is devoted to the development of automation irrigation system for suburban area. The block diagram and its detailed description were given. The main advantages of the proposed device were presented.

Key words: the drive, control system, automatic irrigation system, microcontroller.

На сегодняшний день уделяется большое внимание проблеме импортозамещения. Одним из вариантов решения этой проблемы является автоматизация процесса. Автоматизация помогает устранить многие проблемы, такие как:

- 1) сокращение затрат, так как нет необходимости в большом количестве наемных рабочих, достаточно иметь человека, следящего за системой, и несколько наемных рабочих для работы над тем, на что система не рассчитана (удаление сорняков, подвязывание растений, окучивание);
- 2) большее количество возможного урожая;
- 3) лучшее качество возможного урожая;
- 4) возможность получать данные о состоянии участка, такие как температура, влажность и т.п.;
- 5) и некоторые другие проблемы.

Так как можно задавать системе оптимальные условия для выращивания продукции.

В данном материале предлагается автоматизировать «систему полива дачного участка».

Существует множество способов доставить воду к растениям (ведра, шланг, подключенный к крану, разбрызгиватель и т.д.), но все эти методы сказываются как положительно, так и отрицательно. Риска недостаточного или избыточного полива, а также появления сорняков можно избежать. Система, которая настроена на оптимальные условия, способствует этому. Предлагается следующий алгоритм автоматизации, включающий две блок-схемы. В первой вода поступает из водопровода рис. 1, а во второй из колодца рис. 2.

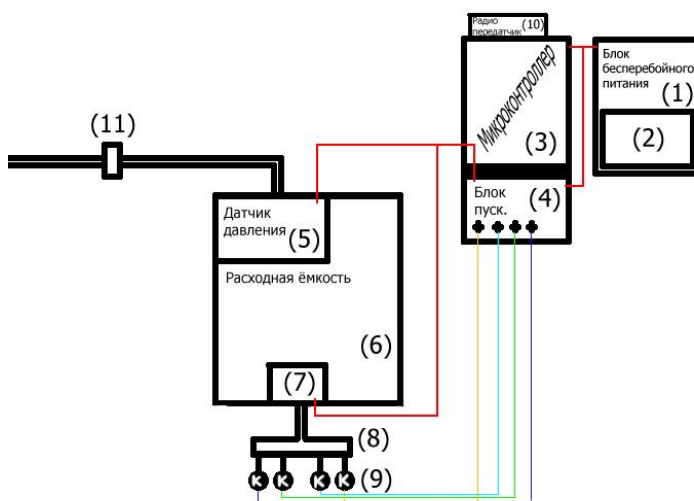


Рис. 1. Система автоматизации полива дачного участка от водопровода

На блок-схеме представлены:

- блок бесперебойного питания;
- высокоемкостной аккумулятор;
- микроконтроллер;

- блок пускателей;
- датчик давления;
- расходная емкость;
- нагнетатель давления;
- разветвитель;
- клапаны;
- радиопередатчик;
- водопровод.

Система работает по принципу:

- 1) при недостаточной влажности почвы на микроконтроллер отправляется сигнал от датчика влажности;
- 2) микроконтроллер анализирует полученные данные и, учитывая заданные настройки, подает команду на нужные клапаны, откуда вода и поступает в шланги с капельными дозаторами;
- 3) расходная емкость наполняется, когда датчик давления отправляет сигнал на микроконтроллер.

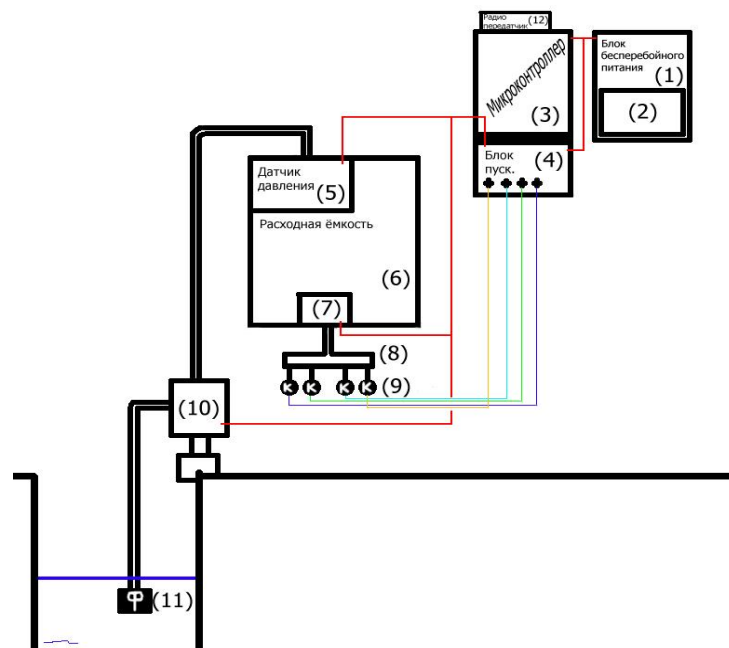


Рис. 2. Система автоматизации полива дачного участка от насоса в колодце

На блок-схеме представлены:

- блок бесперебойного питания;
- высокоемкостной аккумулятор;
- микроконтроллер;
- блок пускателей;
- датчик давления;
- расходная емкость;
- нагнетатель давления;
- разветвитель;
- клапаны;
- насос;
- фильтр;
- радиопередатчик.

Алгоритм этой схемы идентичен первой и существенных различий не имеет, подача воды осуществляется при помощи электроприводного насоса [1].

Преимуществом этой системы является универсальность, автономность, возможность совершенствования имеющейся инфраструктуры, ремонтпригодность, простота конструкции и пригодность для работы на различных сельскохозяйственных предприятиях.

Согласно последним официальным данным с сайта Правительства РФ в настоящее время реализуется федеральная программа «Импортозамещение 2020» [2, 3]. В связи с правительственной программой, а также в связи с возможными сокращениями расходов, при улучшении качества и увеличении количества урожая данная система является актуальной и найдет своего покупателя, как в частном секторе, так и на сельскохозяйственных предприятиях.

Литература

1. *Копылова И.П., Клокова Б.К.* Справочник по электрическим машинам: В 2 т. – Т. 2. – М.: Энергоатомиздат, 1989. – 688 с.
2. <http://www.gosnews.ru/government/news/4511>
3. <http://www.mcx.ru>

УДК 639.371.1

В.Г. Марковцев

*Тихоокеанский научно-исследовательский рыбохозяйственный центр,
ФГБНУ «ТИНРО-Центр»
Владивосток, 690091
e-mail: markovtsev@tinro.ru*

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ГОСУДАРСТВЕННЫХ И ЧАСТНЫХ ЛОСОСЕВЫХ ЗАВОДОВ

На основе литературных и фактических данных рассматривается деятельность государственных и частных лососевых рыбопроизводных заводов. Показано, что разведение на государственных заводах очень высокочрезвычайно и уместно только в случае восстановления запасов лососей на реках, где нарушено естественное воспроизводство. Привлечение частного капитала для воспроизводства лососей очень успешно на Сахалине и в Приморье.

Ключевые слова: лосось, завод, воспроизводство, коэффициент возврата.

V.G. Markovtsev

*Pacific Fisheries Research Centre (TINRO Centre)
Vladivostok, 690091
e-mail: markovtsev@tinro.ru*

COMPARATIVE CHARACTERISTICS OF NATIONAL AND PRIVATE SALMON PLANTS

The activities of national and private salmon plants according to the published and evident materials are reviewed. It is shown that breeding at national plants is highly expensive and relevant in the case of recovery of salmon stocks in the rivers where natural reproduction is disturbed. The private capital attracting for salmon reproduction is very successful on Sakhalin and in Primorye.

Key words: salmon, plant, breeding, return rate.

На Дальнем Востоке в настоящее время действует 59 лососевых заводов, в том числе 27 государственных, 5 арендованных и 27 частных. В силу этого представляется целесообразным рассмотреть в сравнительном плане эффективность работы заводов с различной формой собственности. Ранее этот вопрос обсуждался в печати [1], но в последнее время появились новые частные заводы и новые данные. При этом следует понимать, что существует два вида ее оценки – фактическая и относительная. Первая отражает фактическое количество выпускаемой заводом

молоди, а вторая характеризуется коэффициентами возврата производителей на завод. В этой связи логично предположить, что чем больше выпускает молоди завод, тем выше эффективность его работы. Однако такой подход совершенно не учитывает то, какие финансовые затраты несет предприятие на достижение данного результата. Участие в лососеводстве частного бизнеса в настоящее время на первое место выдвинуло именно экономическую эффективность работы лососевого завода. Часто происходит то, что одни и те же объемы выпускаемой молоди в итоге дают разное количество возврата производителей. Следовательно, единица возврата или биомасса заводской рыбы различна. Так, с лососевых заводов Японии ежегодно выпускается около 2 млрд шт. молоди, что в 2 раза больше, чем все заводы Дальнего Востока. При этом возврат производителей заводского происхождения в 10 раз превышает подходы к дальневосточным заводам.

Более показательными являются коэффициенты возврата. Именно они показывают целесообразность деятельности любого лососевого завода. В силу этого представляется целесообразным рассмотреть состояние лососеводства на Дальнем Востоке через его эффективность по регионам. Кроме того представляет интерес эффективность завода в зависимости от его формы собственности.

Выпуск молоди лососей камчатскими лососевыми заводами по сравнению с масштабами естественного воспроизводства не сопоставим. Естественный нерестовый фонд водоемов Камчатки составляет около 400 млн м² [2]. В то же время коэффициенты возврата на заводы очень низкие. Так, по данным камчатских специалистов [3], среднееголетний уровень оценки эффективности местных заводов в большинстве случаев составляет заметно меньше 1%. Учитывая высокие затраты на искусственное воспроизводство в регионе, представляют интерес данные по показателям затрат, произведенных на получение 1 кг рыбы заводского происхождения (табл.).

Таблица

Общие затраты на 1 кг рыбы возврата по заводам и видам [4]

| Вид рыбы | ЛРЗ «Озерки» | ЛРЗ «Кеткино» | ЛРЗ Малкинский | ЛРЗ Паратунский | ЛРЗ Виллойский |
|----------|-----------------|------------------|-------------------|--------------------|-------------------|
| Кета | 1461 руб. | 1962 руб. | – | 148 руб. | – |
| Нерка | 657 руб. | – | 366 руб.* | – | – |
| Чавыча | – | – | 4500 руб. | – | – |
| Кижуч | – | – | – | 2200 руб. | 5500 руб. |

* низкая цена 1 кг производителя нерки обусловлена высоким коэффициентом ее возврата на данном заводе.

Вполне очевидно, что такие существенные затраты может нести только государство, если целью разведения лососей является не коммерческий эффект, а поддержание уровня запасов лососей в водоемах, максимально подверженных антропогенному воздействию [3]. В силу этого авторы приходят к основному выводу, что повышение эффективности искусственного воспроизводства тихоокеанских лососей в пределах Камчатского края возможно лишь при увеличении объемов выпуска молоди с ЛРЗ, а также развития технологий ее подращивания. Для этого существует только один путь – строительство новых заводов на основе привлечения частных инвестиций.

В целом вряд ли можно согласиться с точкой зрения данных авторов, если они видят только единственный путь – в строительстве многочисленных новых заводов на территории края. Их рекомендации уместны только в том случае, если изначально заводы будут строиться на непродуктивных реках или расположены в бассейнах, где происходит быстрое убывание природных популяций и эти популяции замещаются заводскими (свыше 60–70% улова заводская рыба). В других случаях строительство нового завода проблематично [5].

На Сахалине ситуация несколько иная. Там действуют уже сейчас более 20 заводов с частной формой собственности. В результате деятельности этих заводов выпуск молоди кеты в области увеличился в 2 раза, а вылов ее производителей возрос в 4 раза. При этом естественный скат кеты с рек практически минимален [6].

Обратимся к оценке эффективности заводов различной формы собственности. 10 государственных заводов Сахалина сохраняют свою численность рабочих, на которых идет фонд заработной платы. Частные заводы, закладывая значительные объемы икры и выпуская соответственно молодь, как правило, имеют значительно меньший обслуживающий персонал. Например, завод в бухте Оля (Курильские острова), закладывающий 56 млн шт. икры кеты, имеет круглый год штат из 10–12 человек [7].

Ранее (Марковцев, 2012) было отмечено, что на строительство первых частных заводов Сахалина было затрачено порядка 1,5 млрд руб. и они выпускали около 200 млн шт. молоди. Затраты составляли порядка 7,5 руб. на 1 покатника. Эти затраты почти в два раза ниже, чемкладываемые в проекты государственных лососевых заводов.

Администрация Сахалинской области планирует довести выпуск молоди лососей в области до 2 млрд шт., а количество заводов увеличить до 60 шт. [7].

На лососевых заводах Приморья ситуация аналогична таковой для сахалинских заводов. Для обслуживания двух государственных заводов ФГБУ Приморрыбвод имеет штат более ста человек. Два частных завода Приморья имеют плановые мощности по выпуску молоди, равные 20 млн шт. и обслуживаются 8–9 человеками. Кроме того на строительство первой очереди ЛРЗ «Вербное» инвестор затратил порядка 10 млн руб. Инвестор на строительство ЛРЗ «Лидовское» затратил примерно столько же. Реконструкция государственного Барабашевского ЛРЗ потребовала 420 млн рублей из государственной казны. При пересчете затрат на 1 покатника на государственном заводе затрачивается более 20 руб. На частном заводе данный показатель приближается к 1 руб. Как видим, цифры не сопоставимы.

Государственные заводы в Магаданской области и в Хабаровском крае работают сочень низкой эффективностью. Строительства частных заводов пока не планируется. В силу этого в данном сообщении данный вопрос не затрагивается.

Литература

1. Марковцев В.Г. О проблемах заводов с негосударственной формой собственности // Новости рыболовства. – 2012. – № 3(28). – С. 50–53.
2. Чигиринский А.И. Современное состояние и пути улучшения прогнозирования дальневосточных лососей // Резервы лососевого хозяйства Дальнего Востока. – Владивосток: ДВО АН СССР. – 1989. – С. 24–33.
3. Бугаев А.В., Расстягаева Н.А., Ромаденкова Н.Н., Кудзина М.А., Давидюк Д.А., Гаврюсева Т.В., Устищенко Е.А., Бочкова Е.В., Погодаев Е.Г. Результаты многолетнего биологического мониторинга тихоокеанских лососей рыболовных заводов Камчатского края // Бюллетень № 9 Изучения тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке. – Владивосток, ТИНРО, 2014. – В печати.
4. Запорожец Г.В., Запорожец О.М. Лососевые рыболовные заводы Дальнего Востока в экосистемах Северной Пацифики. – Петропавловск-Камчатский: Камчатпресс, 2011. – 299 с.
5. Ксенофонтов М.Ю., Гольдберг И.А. Экономика лососевого хозяйства Камчатки. – М.: Петропавловск-Камчатский, 2008. – 84 с.
6. Игнатъев Ю. И., Стекольников М.Ю., Брагина И.Ю., Акиничева Е.Г. Современное направление исследований искусственного воспроизводства лососей в Сахалино-Курильском регионе // Доклады отчетной сессии Ассоциации «НТО ТИНРО» [Электронный ресурс]. – Хабаровск, 2014. – 1 электрон. диск (CD-ROM). – Заглавие с этикетки диска.
7. Крючкова М. Рыбная промышленность Сахалина и Курил: от промысла до воспроизводства // Новости рыболовства. – 2014. – № 4 (37). – С. 22–26.

УДК 621.313.333

А.А. Марченко, С.Ю. Труднев

*Камчатский государственный технический университет,
Петропавловск-Камчатский, 683003
e-mail: Marchenko29@mail.ru*

ИСКУССТВЕННОЕ НАГРУЖЕНИЕ АСИНХРОННОГО ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ 4A80A4

В материалах представлено теоретическое обоснование искусственного нагружения асинхронного двигателя в режиме противовключения. Данный способ при его реализации может значительно упростить процесс испытаний электродвигателей.

Автором были поставлены две основные задачи. Во-первых, необходимо определить параметры схемы замещения асинхронного двигателя для построения адекватной математической модели. Во-вторых, по результатам моделирования необходимо получить нагрузочный режим, при котором среднее значение тока будет соответствовать среднему значению номинального тока.

После определения параметров схемы замещения для электродвигателя 4A80A4 были проведены расчеты по переводу электродвигателя в режим искусственного нагружения. Было определено, что в режиме противовключения возможно получение номинального тока, что соответствует режиму, эквивалентному нагрузочному.

Ключевые слова: асинхронный двигатель, мощность, режим противовключения, номинальный ток, рекуперативное торможение, момент, коммутация, частота напряжения.

A.A. Marchenko, S.U. Trudnev

*Kamchatka State Technical University,
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003
e-mail: Marchenko29@mail.ru*

ARTIFICIAL LOADING OF THE ASYNCHRONOUS MOTOR 4A80A4

The theoretical basis of the asynchronous engine artificial loading in the opposition mode is presented. This method can simplify process of electric motors testing considerably.

The author set two main objectives. First, it is necessary to determine parameters of an equivalent circuit of the asynchronous engine for creation of adequate mathematical model. Secondly, due to the results of modeling it is necessary to reveal the load mode at which average value of current will correspond to average value of rated current.

After determination the parameters of an equivalent circuit for the electric motor 4A80A4 the calculations to transfer the electric motor to the mode of artificial loading were carried out. It was defined that in the mode of opposition it is possible to receive the rated current that corresponds to the load mode.

Key words: asynchronous engine, capacity, opposition mode, rated current, regenerative braking, time, switching, frequency voltage.

Сегодня судоремонтные предприятия Дальнего Востока выполняют ремонт и испытания электрооборудования по упрощенному регламенту.

Реальные приемо-сдаточные испытания, которым подвергаются отремонтированные АД при их поточном ремонте как в условиях специализированных ремонтных предприятий и цехов, так и в условиях вспомогательных подразделений, как правило, состоят из трех пунктов:

- измерение сопротивления обмоток;
- испытание изоляции обмоток относительно корпуса машины и между обмотками;
- обкатка двигателя на холостом ходу [1].

Причем обкатка производится незначительный промежуток времени и лишь для того, чтобы убедиться, что ток холостого хода находится на приемлемом уровне, и в работе АД нет явных дефектов (заклинивание подшипников, цепляние ротора о пакет статора и т.п.).

Это, с одной стороны, связано с упрощением состава оборудования испытательных станций, а с другой стороны, снижает качество ремонта ЭД, так как такой регламент зачастую не в состоянии выделить дефекты, проявляющиеся только при эксплуатации.

Анализ причин выхода из строя подтверждает низкую надежность статорной обмотки (63,2% от общего числа отказов),

Одним из необходимых этапов является проверка статорных обмоток под номинальным током. Существующие системы испытаний и нагружения электрических машин, как правило, включают нагрузочные агрегаты и комплексы со взаимной нагрузкой, предусматривающей механическое агрегирование электродвигателей со вспомогательными нагрузочными машинами. Сложность осуществления операции агрегирования, отсутствие стендового оборудования, пригодного для электрических машин разной мощности, делает перспективной разработку станций испытания, обеспечивающих разнообразные нагрузочные режимы в схемах, исключающих механическое соединение вала испытуемой машины с нагрузочными агрегатами.

Для определения технического состояния электрических двигателей целесообразной является проверка АД в режимах, эквивалентных нагрузочному.

Одним из самых простых в своей реализации является режим искусственного нагружения, сочетающий двигательный режим электрической машины с режимом противовключения.

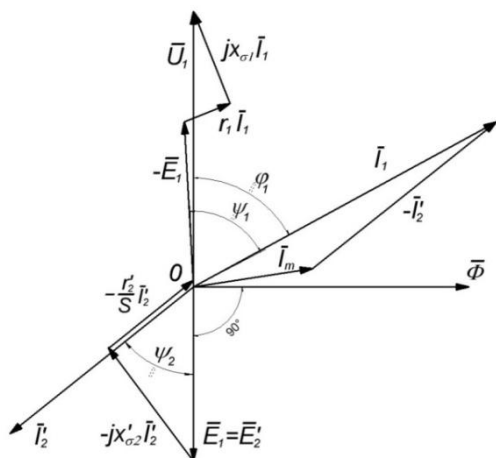


Рис. 1. Векторная диаграмма АД в режиме противовключения

В режиме противовключения машина потребляет также механическую мощность с ротора, поскольку внешний вращающий момент действует в сторону вращения ротора. Как мощность, потребляемая из сети, так и мощность, потребляемая с вала, расходуется на потери на машине. Полезной мощности машина поэтому не развивает, а в отношении нагрева рассматриваемый режим является тяжелым [3].

На основании изложенного на рис. 1 представлена векторная диаграмма асинхронной машины в режиме противовключения.

По сравнению с двигательным и генераторным режимами работы в режиме противовключения сопротивление $\frac{r_2}{s}$ мало. Поэтому на основании равенства $\dot{I}_2 = \frac{\dot{E}_2}{\frac{r_2}{s} + jx_{\sigma 2}}$ можно заключить, что ток I_2

и угол $\psi_2 = \Delta(\dot{E}_2, \dot{I}_2)$ велики. Соответственно этому первичный ток I_1 и угол сдвига фаз $\phi_1 = \Delta U_1, I_1$ тоже велики. Это также указывает на опасность режима в тепловом отношении. Поэтому при $U_1 = U_{\text{н}}$ рассматриваемый режим допускается лишь кратковременно [3].

Преобразование реактивной мощности в режиме противовключения происходит так же, как и в двигательном. На рис. 2 представлена механическая характеристика электродвигателя в режиме торможения противовключением.

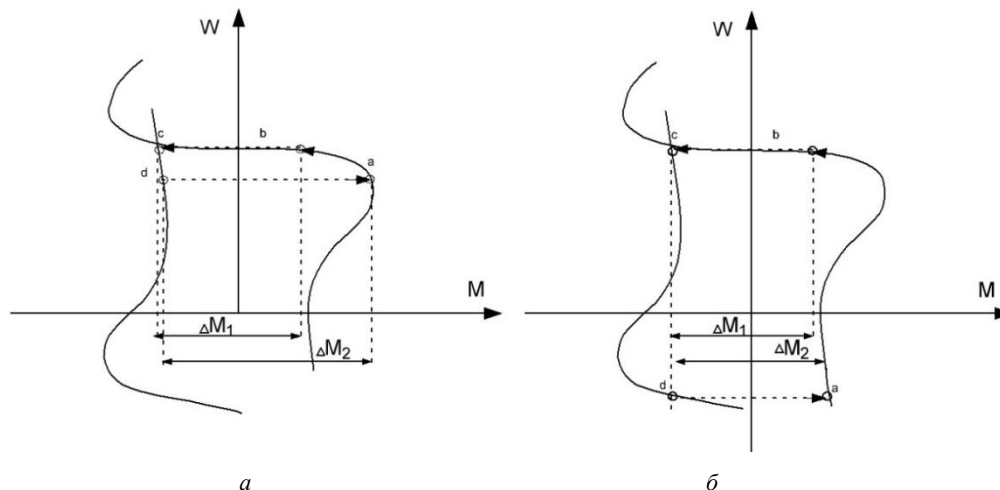


Рис. 2. Механическая характеристика электродвигателя в режиме искусственного нагружения противовключением:

а) при работе в первом и втором квадрантах, б) при работе во всех квадрантах

Электродвигатель работает на своей механической характеристике, его номинальному моменту соответствует точка b. Далее путем изменения чередования фаз двигатель переводится в режим противовключения, этому моменту соответствует точка сна обратной механической характеристике, на отрезке cd происходит торможение. После окончания тормозного режима двигатель переходит в точку a характеристики б и начинает разгон до точки b. В условиях постоянного динамического нагружения данный цикл повторяется снова.

Для подтверждения представленной теории были поставлены две задачи. Во-первых, необходимо определить параметры схемы замещения АД для построения адекватной математической модели АД. Во-вторых, необходимо получить нагрузочный режим, при котором среднее значение тока будет соответствовать среднему значению номинального тока $I_{1н}$.

Построенная ММ полностью соответствует представленным требованиям. Далее производилось определение параметров схемы замещения электродвигателя 4А80А4 с паспортными данными: 3×220 В, $\eta_n = 0,75$, $\cos \varphi_n = 0,81$, $I_{1н} = 2,74$ А, $P_{2н} = 1,1$ кВт, $\omega_n = 146,5$ рад/с. Результаты представлены в таблице.

Таблица

Каталожные и идентифицированные параметры СЗ АД

| Параметр СЗ | Каталожное значение параметров СЗ АД, Ом | Идентифицированное значение параметров СЗ АД, Ом |
|-------------|--|--|
| R_1 | 9,22 | 8,2 |
| R'_2 | 5,10 | 5,9 |
| X_1 | 6,0 | 6,6 |
| X'_2 | 8,83 | 8,4 |
| X_m | 136 | 155 |

Для АД 4А80А4 при параметрах СЗ $R_1 = 9,2$ Ом, $R'_2 = 6,2$ Ом, $X_1 = 6,0$ Ом, $X'_2 = 8,9$ Ом и $X_m = 140$ Ом для номинальной статической нагрузки $M_n = 7,51$ Н·м и принятой мощности потерь в стали $\Delta P_{стн} = 93$ Вт, обеспечиваются значения: $\omega = 146,5$ рад/с, $I_1 = 2,72$ А, $\cos \varphi = 0,813$ и $\eta = 0,744$.

Как видно из результатов уточнения параметров СЗ АД с помощью разработанной ММ АД, практически все установившиеся значения переменных близки к номинальным, что позволяет проводить модельные исследования систем испытания АД, гарантирующие получение результатов, адекватных экспериментальным.

Данный способ, несмотря на простую реализацию, имеет существенные недостатки, главный из которых – это большие скачки изменения моментов при переводе из двигательного режима в режим противовключения и обратно, им соответствуют моменты ΔM_1 и ΔM_2 .

Более наглядно это изображено на рис. 3. Здесь представлена зависимость момента электродвигателя от времени, полученная на модели трехфазного АД с КЗ с номинальным моментом 7,5 Н*м.

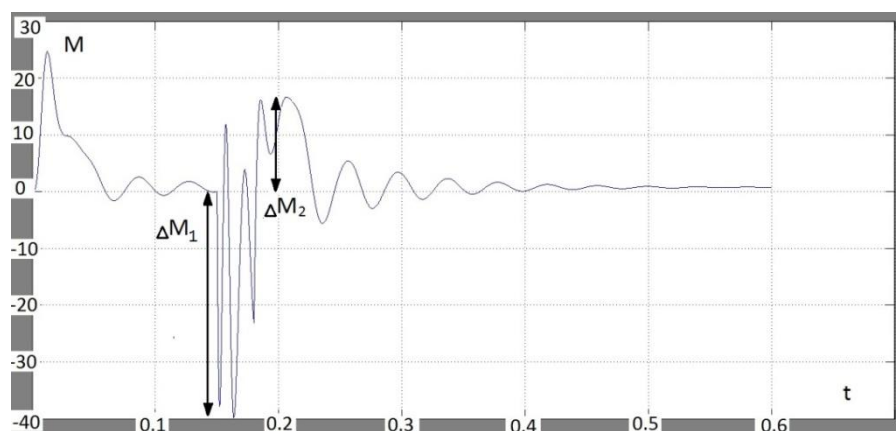


Рис. 3. Зависимость момента электродвигателя от времени

На участке от 0 до 0,15 с происходил пуск и разгон АД. Перевод электродвигателя в режим противовключения осуществлялся в момент времени 0,15 с. На рисунке представлен график скорости электродвигателя.

Аналогичная ситуация с пусковыми токами электродвигателя. Для реализации режима нагружения необходимо обеспечить работу электродвигателя под номинальным током и обеспечить номинальный момент на валу. Для этих целей реверс до номинальной обратной скорости машины является неприемлемым.

Значительное увеличение времени протекания режима динамического нагружения можно получить, если допустить работу АД в третьем квадранте механической характеристики, как это показано на рис.

Для этого не нужно ограничить время протекания режима по времени до момента остановки машины. Данный режим имеет преимущества: увеличивается время протекания режима, и как следствие уменьшается число переключений.

В режиме противовключения к времени окончания протекания динамического режима скорость АД достигает 160 рад/с при обратном направлении вращения ротора (рис. 4).

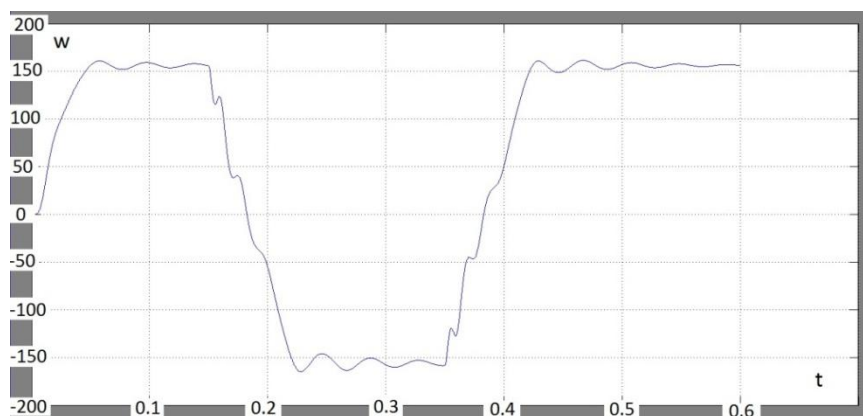


Рис. 4. Скорость электродвигателя

На рис. 5 также виден резкий скачок момента более максимального. Тоже происходит в момент времени 0,35 с при повторном включении АД в прямом направлении вращения.

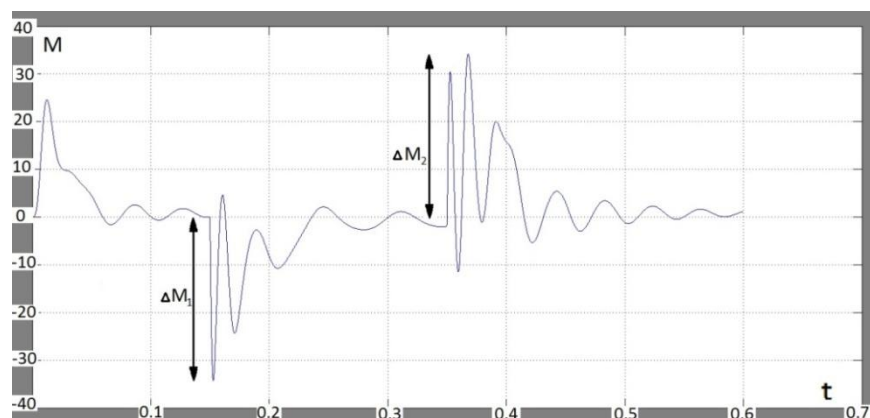


Рис. 5. Зависимость момента электродвигателя от времени в режиме противовключения

Одним из направлений исследования является нахождение оптимальных параметров протекания динамического режима АД, при которых значения ΔM_1 и ΔM_2 не превышают значения $M_{\text{макс}}$ (рис. 5)

Видно, что значение среднего тока двигателя соизмеримо со значением номинального тока и равно примерно 2,4 А (рис. 6). Подбор частоты и напряжения в режиме противовключения для данного электродвигателя позволил добиться режима искусственного нагружения под номинальным током. Данный режим может считаться эквивалентным нагрузочному, так как предполагает токовую и механическую нагрузку двигателя, соизмеримые с нормальным эксплуатационным режимом.

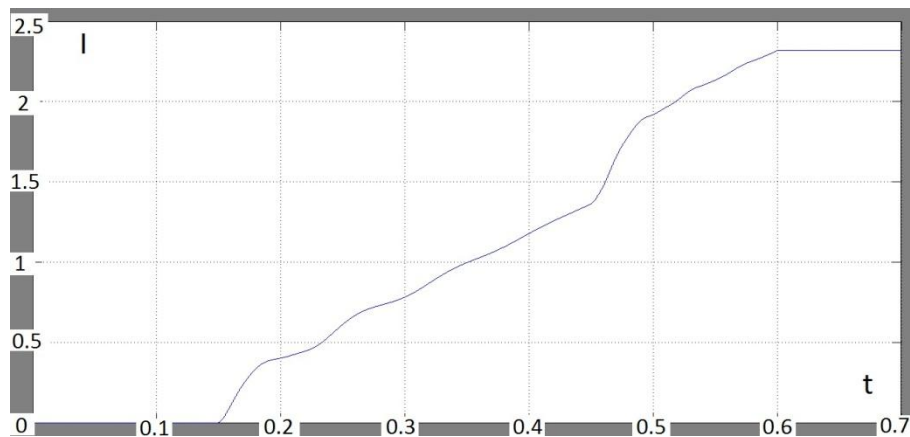


Рис. 6. Зависимость среднего значения тока двигателя от времени

После проведения расчетов при помощи разработанной математической модели можно сделать соответствующие выводы.

Метод искусственного нагружения в режиме противовключения обеспечивает соответствие среднего тока статора асинхронного двигателя номинальному току этого двигателя. Для этого требуется ограничение времени переходного процесса, данное условие выполнимо с применением современного микропроцессорного управления.

Данный метод возможно использовать только в режиме работы во всех четырех квадрантах механической характеристики, так как только в таком режиме обеспечивается резкое изменение момента асинхронного электродвигателя, способное привести к значительному изменению тока статора.

Основным недостатком данного метода являются слишком резкие колебания момента и тока двигателя. Известно, что для уменьшения пусковых токов асинхронного электродвигателя широко применяются различные пускорегулирующие устройства. В данном режиме применение таких устройств невозможно, так как испытания происходят в постоянном динамическом режиме, поддержание которого осуществляется при помощи частого циклического переключения направления вращения машины. Одним из возможных вариантов является применение преобразователей частоты, способных уменьшить резкое изменение момента и тока электродвигателя.

Литература

1. Жерве Г.К. Промышленные испытания электрических машин: 4-е изд. – Л.: Энергоатомиздат, 1984. – С. 351–354.
2. Герман-Галкин С.Г. Компьютерное моделирование полупроводниковых систем в MATLAB 6.0: Учебное пособие. – СПб.: КОРОНА-принт, 2001. – С. 233–239.
3. Вольдек А.И. Электрические машины: Учеб. для высш. техн. заведений. – 3-е изд. – Л.: Энергия, 1978. – С. 510–514.
4. Марченко А.А. Моделирование процесса динамического нагружения асинхронного электродвигателя / А.А. Марченко, Н.Н. Портнягин // Современ. проблемы науки и образования. – Пенза, 2012. – № 6. – С. 125–125.
5. Марченко А.А. Исследование процесса динамического нагружения асинхронного электродвигателя / А.А. Марченко, Н.Н. Портнягин // Фундамент. исслед. – 2013. – № 1–2. – С. 408–412.

УДК 621.313.333

А.А. Марченко, С.Ю. Труднев

*Камчатский государственный технический университет,
Петропавловск-Камчатский, 683003
e-mail: Marchencko29@mail.ru*

МЕТОД ИСКУССТВЕННОГО НАГРУЖЕНИЯ АСИНХРОННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ В РЕЖИМЕ ПРОТИВОВКЛЮЧЕНИЯ

В данных материалах представлены результаты моделирования процесса искусственного нагружения электродвигателей методом противовключения с изменением частоты питающего напряжения. Автором были поставлены две основные задачи. Во-первых, разработка математической модели трехфазного асинхронного электродвигателя и расчетов по определению средних значений токов статора. Во-вторых, проверка выдвинутой гипотезы о снижении резких скачков тока в момент противовключения при снижении частоты напряжения.

Автором проводились расчеты по выявлению параметров искусственного нагружения асинхронных двигателей. По полученным результатам были сделаны выводы о целесообразности применения такого метода нагружения.

Ключевые слова: асинхронный двигатель, режим противовключения, номинальный ток, механическая характеристика, момент, коммутация, частота напряжения.

A.A. Marchenko, S.U. Trudnev

*Kamchatka State Technical University,
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003
e-mail: Marchencko29@mail.ru*

METHOD OF ASYNCHRONOUS MOTORS ARTIFICIAL LOADING IN THE OPPOSITION MODE

The results of modeling of electric motors artificial loading process by means of opposition method changing the frequency of the feeding voltage are presented. The author set two main objectives. Firstly, the development of mathematical model of the three-phase asynchronous electric motor and calculations for determination the average values of the stator currents. Secondly, the proof of hypothesis upon the decrease of sharp voltage jumps during opposition with the voltage frequency decrease.

The author carried out calculations for identification the parameters of asynchronous engines artificial loading. The conclusions about the feasibility of using such method of loading were made.

Key words: asynchronous motor, opposition mode, rated current, mechanical characteristic, moment, switching, voltage frequency.

В настоящее время более 80% всего парка электродвигателей подвергались ремонту. После завершения ремонта ремонтное предприятие гарантирует безаварийную работу. В случае повторной неисправности гарантийное обслуживание становится возможным только после завершения рейса. Выход из строя ответственного электропривода может привести к существенному ухудшению результатов рейса, а иногда и невозможности дальнейшего продолжения промысла. Все это говорит о необходимости совершенствования процедуры контроля качества ремонта электрических машин.

В настоящее время на судоремонтных предприятиях получила распространение упрощенная процедуры испытаний электродвигателей, которая состоит из следующих этапов:

- измерение сопротивления обмоток;
- испытание изоляции обмоток относительно корпуса машины и между обмотками;
- обкатка двигателя на холостом ходу.

Обкатка производится незначительный промежуток времени и лишь для того, чтобы убедиться, что ток холостого хода находится на приемлемом уровне и в работе АД нет явных дефектов (заклинивание подшипников, цепляние ротора о пакет статора и т.п.).

Данный регламент проведения испытаний направлен на снижение состава оборудования испытательных станций. С другой стороны снижение качества проверки напрямую влияет на количество отказов электродвигателей после ремонта [1].

Пригодность электрической машины для использования в условиях эксплуатации может быть определена только после производства испытаний в полном объеме, в том числе испытаний под токовой и механической нагрузкой. Под термином «нагружение электрической машины» (электрического двигателя) предполагается искусственное нагружение токами или моментам с целью получения информации о качественных характеристиках отремонтированных машин.

При проведении испытаний с применением искусственной нагрузки важное значение имеют колебания момента и тока. Для получения режима, эквивалентного номинальному, требуется соответствие среднего тока на статоре электродвигателя в динамическом режиме и номинального тока этой машины [2]. При получении данного режима возможны слишком резкие колебания вышеперечисленных параметров, способные привести к возникновению аварийного режима. Так, слишком резкое повышения тока приведет к перегреву и тлению обмоток двигателя, а возникновение слишком больших моментов к неисправностям механической части машины, а именно подшипникового узла [3].

Одним из самых простых в своей реализации является режим искусственного нагружения, сочетающий двигательный режим электрической машины с режимом противовключения.

В режиме противовключения машина потребляет также механическую мощность с ротора, поскольку внешний вращающий момент действует в сторону вращения ротора. Как мощность, потребляемая из сети, так и мощность, потребляемая с вала, расходуются на потери на машине. Полезной мощности машина поэтому не развивает, а в отношении нагрева рассматриваемый режим является тяжелым.

Одним из возможных решений является динамическое нагружение АД в режиме противовключения и изменения частоты. Из рисунка следует, что существенное снижение ΔM_1 и ΔM_2 наблюдается при ограничении работы АД в первом и втором квадранте механической характеристики и недопущении реверса (рис. 1, а).

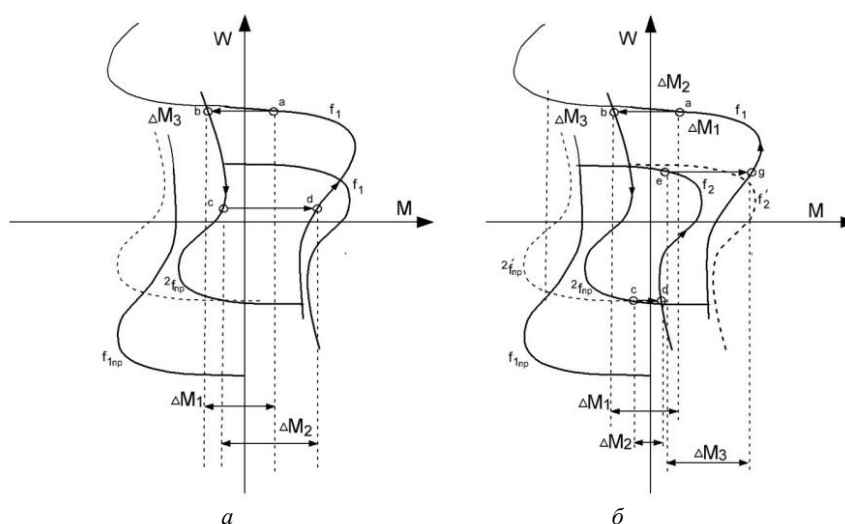


Рис. 1. Механическая характеристика электродвигателя в режиме динамического нагружения противовключением и изменением частоты

На рисунке механические характеристики f'_2 и $2f'_{np}$ соответствуют работе АД при пониженной частоте сети. Так как в реальной системе значение напряжения изменяется не пропорционально частоте, то фактически АД работает вместо f'_2 и $2f'_{np}$ на характеристиках f_2 и $2f_{np}$ соответственно.

Существенное увеличение времени протекания цикла нагружения [4] становится возможным при работе во всех квадрантах механической характеристики, как показано на рисунке 1, б. Вращению АД на холостом ходу соответствует точка а механической характеристики f_1 , соответствующей частоте сети 50 Гц. После достижения номинальной частоты вращения АД переводится в режим противовключения в точку б характеристики $f_{2пр}$, соответствующей пониженной частоте. Вследствие этого наблюдается снижение ΔM_1 . К достижению точки с характеристики $f_{2пр}$ АД вращается в противоположном направлении вращения. Обратному переходу АД в режим прямого направления вращения соответствует момент ΔM_2 . Его уменьшению также способствует переход из точки с механической характеристики $f_{2пр}$ в точку d механической характеристики f_2 , соответствующей пониженной частоте. Разгон АД до номинальной скорости может проходить только на естественной механической характеристике, поэтому после достижения точки e характеристики f_2 происходит изменение частоты напряжения сети до номинальной и переход работы АД в точку g. Переход сопровождается небольшим увеличением момента ΔM_3 . Результаты моделирования представлены на рис. 2.

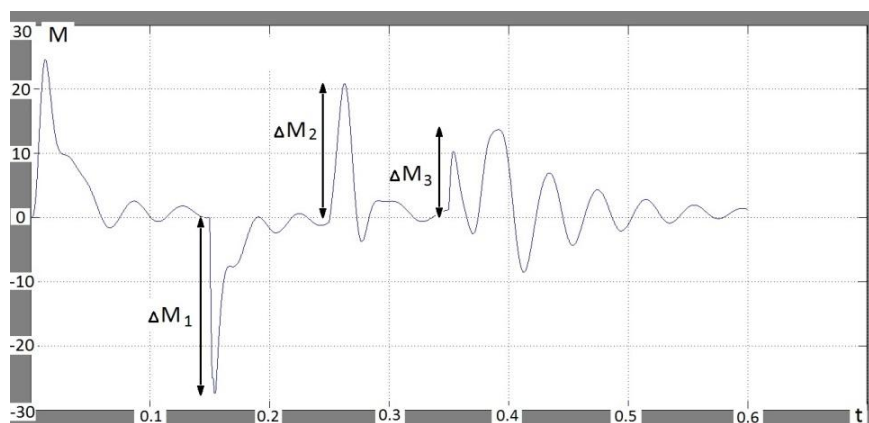


Рис. 2. Зависимость момента электродвигателя от времени в режиме противовключения и изменения частоты

Изменение скорости АД в режиме противовключения и изменения частоты представлено на рис. 3. Скорость вращения электродвигателя соответствует механической характеристике на рис. 1, б. При переходе с характеристики f_1 на $f_{2пр}$ и достижении точки с этой характеристики скорости вращения соответствует w_1 . При прямом включении двигателя и его работе на f_2 скорость достигает значения w_2 . После перевода двигателя на естественную характеристику f_1 он развивает номинальную скорость $w_3 = w_{ном}$. В рамках эксперимента для данного типа электродвигателя была выявлена оптимальная частота напряжения сети для ограничения момента электродвигателя в рамках максимального $M_{макс}$. Наилучшие результаты испытаний асинхронного двигателя при помощи разработанной модели получены в диапазоне от 21–25 Гц.

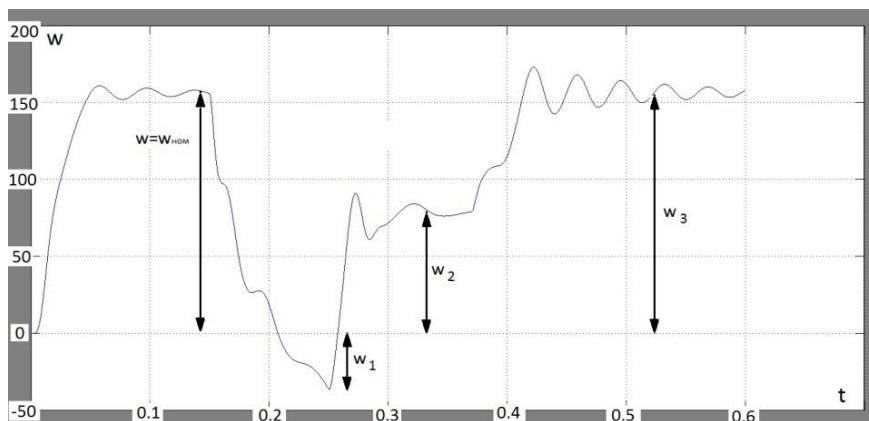


Рис. 3. Изменение скорости АД в режиме противовключения и изменения частоты

Основной целью испытаний является проверка статорных обмоток электродвигателя под номинальным током.

В ходе исследований было выявлено, что при испытаниях методом противовключения с изменением частоты сети в заданных пределах среднее значение силы тока равно 2,8 А, что соизмеримо с номинальным значением для электродвигателя 4А80А4. На рис. 4. представлена зависимость силы тока по времени протекания одного цикла нагружения противовключения с изменением частоты.

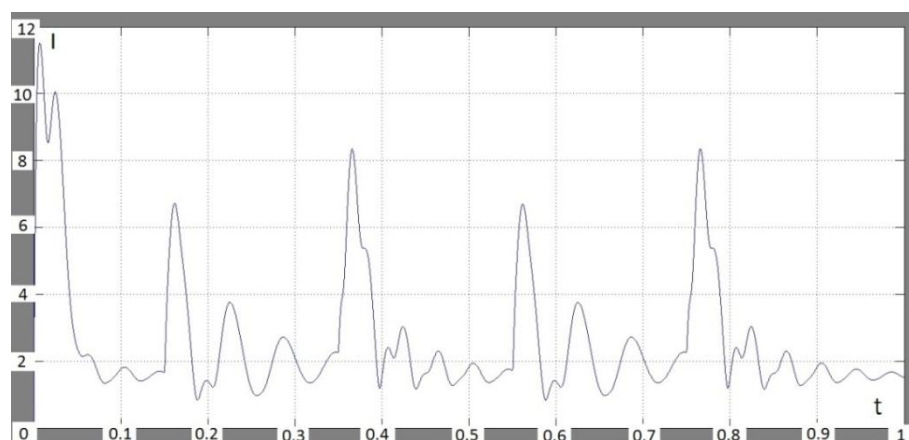


Рис. 4. Зависимость силы тока от времени

Видно, что переход с одной механической характеристики на другую сопровождается броском тока, но его значение не превышает пускового тока испытуемого электродвигателя.

Для получения значения тока статорной обмотки двигателя соизмеримого с номинальным значением [4] при нагружении в режиме противовключения необходимо получение значений на длительном промежутке времени, что может быть достигнуто при циклическом изменении направления вращения АД, а также при увеличении частоты сети и ее уменьшении. При получении среднего значения силы тока на длительном промежутке времени необходимым условием является плавное прохождение переходных процессов также при увеличении частоты питающего напряжения. На рис. 5 представлены результаты по определению среднего значения тока двигателя 4А80А4.

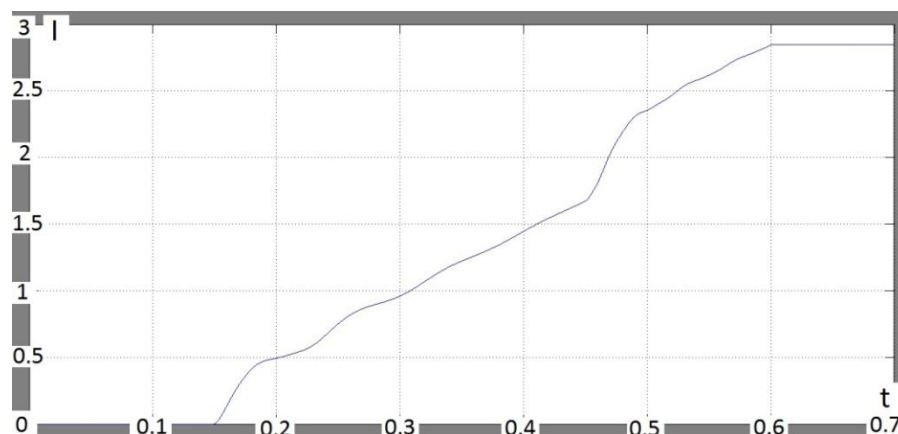


Рис. 5. Среднее значение тока двигателя от времени

Видно, что значение среднего тока двигателя соизмеримо со значением номинального тока и равно примерно 2.8 А. Подбор частоты и напряжения в режиме противовключения для данного электродвигателя позволил добиться режима искусственного нагружения под номинальным током. Данный режим может считаться эквивалентным нагрузочному, так как предполагает токовую и механическую нагрузку двигателя, соизмеримые с нормальным эксплуатационным режимом [5].

После проведения расчетов при помощи разработанной математической можно сделать соответствующие выходы.

Метод искусственного нагружения в режиме противовключения обеспечивает соответствие среднего тока статора асинхронного двигателя номинальному току этого двигателя.

При работе электродвигателя во всех четырех квадрантах наблюдается резкое изменение момента асинхронного электродвигателя, способное привести к значительному изменению тока статора.

При испытаниях электродвигателей методом искусственного нагружения с изменением частоты питающего напряжения в сторону его уменьшения наблюдается снижение скачков тока и момента в допустимых пределах. Применение снижения частоты напряжения позволяет избежать перегрузок по току и моменту, что положительно сказывается на надежности системы испытаний.

Литература

1. *Котеленец Н.Ф.* Испытания, эксплуатация и ремонт электрических машин: Учебник для вузов. – М.: Издательский центр «Академия», 2003. – С. 99–103.
2. *Портнягин Н.Н.* Разработка методов технического диагностирования асинхронного двигателя / Н. Н. Портнягин, А. А. Марченко, А. А. Ушакевич // Вестн. КамчатГТУ. – Петропавловск-Камчатский, 2011. – Вып. 18. – С. 29–32.
3. *Герман-Галкин С.Г.* Компьютерное моделирование полупроводниковых систем в MATLAB 6.0: Учебное пособие. – СПб.: КОРОНА-принт, 2001. – С. 233–239.
4. *Вольдек А.И.* Электрические машины: Учеб. для высш. техн. заведений. – 3-е изд. – Л.: Энергия, 1978. – С. 510–514.
5. *Марченко А.А.* Моделирование процесса динамического нагружения асинхронного электродвигателя / А.А. Марченко, Н.Н. Портнягин // Соврем. проблемы науки и образования. – Пенза, 2012. – № 6. – С. 125–125.

УДК 639.2.081.117.4:519.6

А.А. Недоступ, А.О. Ражев

*Калининградский государственный технический университет,
Калининград, 236022
e-mail: nedostup@klgtu.ru*

СОЗДАНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ДВИЖЕНИЯ ОЗЕРНОГО ЗАКИДНОГО НЕВОДА ПРИ ВЫБОРКЕ

В статье предложена математическая модель, описывающая движение связанных участков озерного закидного невода под действием внешних сил (гидростатических, гидродинамических, трения о грунт водоема) при выборке. Предложены математические зависимости, связывающие силовые характеристики (усилия в урезах, натяжения в нитках сетной части и подборах) частей невода с их пространственно-временными и скоростными характеристиками. Данная математическая модель оптимизирована для дальнейшего применения в качестве основы при создании имитационных моделей различных процессов рыболовства, работающих на современных персональных компьютерах, графических станциях и комплексах, применительно к озерным закидным неводам.

Ключевые слова: озерный закидной невод, дифференциальные уравнения, динамика, точечная масса, метод взаимодействующих частиц.

A.A. Nedostup, A.O. Raghev

*Kaliningrad State Technical University,
Kaliningrad, 236022
e-mail: nedostup@klgtu.ru*

CREATION OF THE LAKE SEINE NET MOTION MATHEMATICAL MODEL DURING SAMPLING

A mathematical model describing the motion of related areas of the lake seine net under the action of external forces (selection, hydrostatic, hydrodynamic and friction forces) during sampling is proposed in the article. Math-

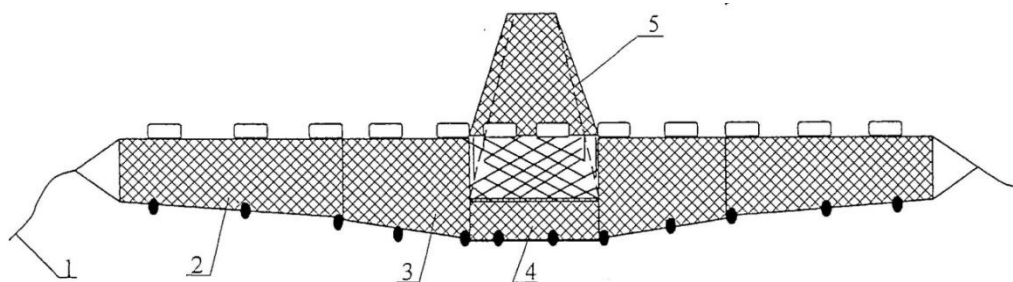
emational dependences linking power characteristics (tension of seine edges, tension of threads and ropes) of seine parts with space-temporal and velocity parameters were suggested. This mathematical model is optimized for simulation model of various fisheries processes, working on PC, graphics workstations or clusters with respect to the lake seine net.

Key words: lake seine net, differential equations, dynamics, mass-point, method of particles interaction.

Закидной неводной лов является древнейшим способом рыболовства во всем мире [1]. Закидные невода являются универсальными орудиями рыболовства, используются для облова рек, озер и прибрежных морских зон. С помощью них получают уловы ходовой и неходовой рыбы высокого качества. Данный вид лова имеет большое значение в рыболовстве России.

Основными задачами исследования закидного неводного лова являются определение формы замета, формы невода в процессе сплывания, усилий в урезах, выбор оснастки невода и оптимального режима работы тони [2, 3]. Многие из этих задач не могут быть решены в натурных опытах ввиду сложности их постановки и того, что трудно выделить исследуемое явление в чистом виде. Исследования закидных неводов в натурных условиях сопряжено с большими экономическими затратами, поэтому целесообразно проводить исследования с помощью физических или математических моделей. Экспериментальные исследования с физическими моделями закидных неводов основаны на теории физического моделирования орудий и процессов рыболовства [4]. При этом следует отметить, что достаточно сложным остается выбор экспериментальной установки, как правило, это полигон. На сегодняшний день методика математического моделирования динамических процессов закидных неводов отсутствует в связи со сложностью описываемого процесса – выборки закидного невода. Однако простая схематизация закидного невода позволила вывести ряд формул по расчету его силовых и пространственно-временных характеристик [2, 5]. Метод механической имитации не может достоверно смоделировать и показать динамические процессы, происходящие при работе с закидным неводом. В настоящее время широко используется дискретная математическая модель сети [6]. При этом главными задачами механики закидного невода остаются определение его силовых и пространственно-временных характеристик.

Классический озерный закидной невод [7] состоит из нескольких участков (рис.): двух крыльев (участки 2), приводов (участок 3), сорочки (участок 4), мотни (не обязательно), расположенной между крыльями (участок 5) и урезом (участки 1). Участки 2–4, показанные на рисунке, представляют собой сетное полотно, сверху и снизу прикрепленное к подборам (канатам). Верхняя подбора оснащена плавом, нижняя – загрузкой.



Озерный закидной невод

В процессе лова необходимо добиваться как можно более полного раскрытия рабочей части закидного невода (от поверхности воды до дна водоема). Степень ее раскрытия влияет на силы гидродинамического сопротивления невода, которые в свою очередь влияют на динамику процессов замета и выборки. Поэтому для эффективного анализа динамики силовых и пространственно-временных характеристик озерного закидного невода (изменения усилий в урезах и сетной части и изменения геометрии орудия рыболовства в целом с течением времени) в рассматриваемых процессах рыболовства необходимо создание трехмерной математической модели. При этом определяющим фактором является обеспечение приемлемой скорости имитационного моделирования на обычном персональном компьютере при приемлемых погрешностях вычислений (до 8%).

Для имитационного моделирования таких сложных орудий рыболовства, состоящих из множества однотипных элементов (ниток, канатов), как озерные закидные невода, необходимо множество вычислений. С учетом того, что современные персональные компьютеры и их комплексы позволяют наиболее эффективно использовать свои вычислительные ресурсы при обработке множества данных по одному алгоритму с применением параллельных вычислений [8], необходимо оптимизировать математическую модель посредством соответствующего разбиения объекта моделирования (невода) на части, способные обрабатываться параллельно с минимизацией связей между элементами в разных частях.

Применительно к сетным орудиям рыболовства в общем и озерному закидному неводу в частности за основу можно взять дискретную математическую модель, построенную с использованием метода взаимодействующих частиц или точечных масс [9–13]. Данный метод является разновидностью метода конечных элементов. Суть метода заключается в представлении орудия рыболовства множеством точечных масс, связанных между собой.

Рассмотрим предложенную дискретную математическую модель более подробно. Для ускорения процесса вычислений в модели применены следующие упрощения, мало влияющие на точность вычислений (в пределах допустимой погрешности):

- массы ниток и узлов сосредоточены в узлах (для сети закидного невода);
- силы, действующие на узлы и нитки, приложены к узлам;
- нитка считается абсолютно эластичной, при ее изгибе силы трения и поверхностного натяжения не учитываются.

Применительно к озерному закидному неводу точечные массы можно расположить в точках (узлах) соединения ниток сетного полотна, подбор и урезков. При этом массу каждой точки (массу, сосредоточенную в узле) вычислять по формуле (1).

$$m_i = \frac{1}{2} \sum_{j \in N_i} m_{ij}, \quad (1)$$

где m_i – сосредоточенная масса в узле i с учетом присоединенной массы; m_{ij} – масса нитки, подборы или уреза между узлами i и j с учетом присоединенной массы; N_i – множество всех узлов, смежных узлу i по нитке (i,j) .

Связь между узлами математически описываются зависимостью силы реакции связи (силы натяжения) от длины связи (расстояния между узлами) (2):

$$T_{ij} = \begin{cases} \left(\left(\frac{|\bar{r}_j - \bar{r}_i|}{L_{ij}} - 1 \right) E_{ij} A_{ij} \right) & \text{если } |\bar{r}_j - \bar{r}_i| > L_{ij} \\ 0 & \text{если } |\bar{r}_j - \bar{r}_i| \leq L_{ij} \end{cases}, \quad (2)$$

где T_{ij} – сила натяжения в нитке; r_i – координаты узла i ; r_j – координаты узла j ; A_{ij} – площадь поперечного сечения нитки (i,j) ; L_{ij} – длина нитки (i,j) при $T_{ij} = 0$ (без растяжения); E_{ij} – модуль упругости материала нитки (i,j) .

Кроме сил реакции связей на каждый узел действуют внешние силы (3):

$$\bar{F}_i = \bar{F}_{e,i} + \frac{1}{2} \sum_{j \in N_i} (\bar{F}_{a,ij} + \bar{F}_{g,ij} + \bar{R}_{ij} + \bar{F}_{f,ij}), \quad (3)$$

где F_i – суммарная внешняя сила, действующая на узел; $F_{e,i}$ – сила, приложенная к узлу извне, например сила тяги при выборке; $F_{a,ij}$ – гидростатическая (архимедова) сила, действующая на нитку (i,j) (часть подборы с плавками); $F_{g,ij}$ – сила тяжести нити (i,j) (части подборы с загрузкой); $F_{f,ij}$ – сила трения нитки (i,j) о грунт; R_{ij} – сила гидродинамического сопротивления нитки (i,j) .

Для вычисления внешних сил можно использовать эвристические зависимости, описанные в [3].

Под действием равнодействующей всех внутренних и внешних сил, приложенных к узлу (точечной массе), изменяется его скорость. Ускорение w_i узла определяется исходя из уравнения (4):

$$m_i \bar{w}_i = \sum_{j \in N_i} \left(T_{ij} (\bar{r}_j - \bar{r}_i) / |\bar{r}_j - \bar{r}_i| \right) + \bar{F}_i. \quad (4)$$

Составим дифференциальные уравнения движения и определим начальные условия для каждого узла (5):

$$\begin{cases} \frac{d\bar{v}_i}{dt} = \bar{w}_i, & \bar{v}_i(0) = \bar{v}_i^0 \\ \frac{d\bar{r}_i}{dt} = \bar{v}_i, & \bar{r}_i(0) = \bar{r}_i^0 \end{cases}, \quad (5)$$

где v_i – скорость узла i ; v_i^0 – начальная скорость узла i ; r_i^0 – начальные координаты узла i ; t – время процесса моделирования.

Увеличение количества точечных масс в объекте моделирования и уменьшение временного шага при численном интегрировании приводит с одной стороны к уменьшению средней погрешности вычислений силовых и пространственно-временных характеристик невода, а с другой – к увеличению трудоемкости и, соответственно, времени вычислений (замедлению процесса моделирования). При необходимости проводить моделирование в реальном времени может возникнуть необходимость в приобретении более мощного и дорогостоящего вычислительного оборудования.

Учитывая вышесказанное, одной из задач оптимизации при создании имитационной модели закидного невода является балансировка (статическая или динамическая) значений описанных выше параметров моделирования. В качестве критериев балансировки можно взять тип участка невода и этап процесса рыболовства (выборки озерного закидного невода).

Другой задачей оптимизации математической модели является минимизация коллизий путем уменьшения количества связей между частицами модели (точечными массами), параметры которых вычисляются одновременно. Для ее решения можно воспользоваться алгоритмами разделения графов на слабосвязные сегменты и раскраски графов.

Предложенная математическая модель озерного закидного невода позволяет определять его силовые и пространственно-временные характеристики в процессе выборки по известным параметрам участков невода, внешней среды (зависимости поля скоростей потока воды от времени, зависимости профиля границ разделения вода-воздух от времени, профилю дна водоема), начальным условиям и внешнего воздействия от времени. По предложенной математической модели с применением оптимизации можно построить эффективную имитационную модель, на основе которой создать компьютерные программы.

Статья подготовлена в рамках выполнения гранта РФФИ №15-08-00464-а «Математическое, физическое и имитационное моделирование сетных орудий рыболовства и аквакультуры».

Литература

1. Недоступ А.А., Ражев А.О. Моделирование динамических характеристик ставной сети. Рыбное хозяйство. – № 2. – 2013. – С. 97–99.
2. Ламб Г. Гидродинамика: пер. с англ. – М.; Л., 1947. – 929 с;
3. Недоступ А.А., Володько Д.А., Ражев А.О. Гидродинамический расчет рыболовной сети // Сборник трудов V международной научно-практической конференции «Инженерные системы – 2012». – М.: РУДН, 2012. – С. 27–31.
4. Недоступ А.А., Володько Д.А., Ражев А.О. Гидродинамический расчет рыболовной сети // Сборник трудов V международной научно-практической конференции «Инженерные системы – 2012». – М.: РУДН, 2012. – С. 27–31.
5. Недоступ А.А. Методы расчета пассивных сетных орудий внутреннего и прибрежного рыболовства: Монография. – Калининград: Изд-во ФГОУ ВПО «КГТУ», 2010. – 280 с.

6. Недоступ А.А., Наумов В.А., Ражев А.О., Белых А.В. Математическое моделирование орудий и процессов рыболовства. Ч.1: Монография. – Калининград: Изд-во ФГБОУ ВПО «КГТУ», 2013. – 253 с.

7. Розенштейн М.М. Проектирование орудий рыболовства / М.М. Розенштейн. – М.: Колос, 2009. – 394 с.

8. Лоцухина Т.Е., Дорофеев В.А. Решение прикладных задач с использованием гетерогенных вычислительных систем // Алгоритмическое и программное обеспечение. Томский политехнический университет. – Томск, 2013. – С. 165–170.

9. Provot X. Deformation constraint in a mass-spring model to describe rigid cloth behavior. In *Proceedings of Graphics Interface '95*. – 1995. – С. 147–154.

10. Nedostup A.A., Razhev A.O. A discrete model of gill nets for static and dynamic problems / 11th International workshop – Contributions on the theory of fishing gears and related marine systems DEMAT 2013. – V. 8. – 2013. – Germany. Rostock. – P. 13–22.

11. Недоступ А.А., Ражев А.О. Математическое моделирование динамических процессов крыла ставного подвешного невода при изменяющемся течении // Известия КГТУ. – 2014. – № 33. – С. 44–52.

12. Недоступ А.А., Ражев А.О. Разработка математической модели крыла ставного подвешного невода на волнении и в условиях шторма // Известия КГТУ. – 2014. – № 35. – С. 66–74.

13. Недоступ А.А., Ражев А.О. Исследование силовых и пространственных временных характеристик крыла ставного невода на волнении // Рыбное хозяйство. – 2014. – № 5. – С. 86–88.

УДК 639.2.081.16:519.6

А.А. Недоступ, А.О. Ражев

*Калининградский государственный технический университет,
Калининград, 236022
e-mail: nedostup@klgtu.ru*

СОЗДАНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ДВИЖЕНИЯ СТАВНОГО ПОДВЕСНОГО НЕВОДА В УСЛОВИЯХ ВОЛНЕНИЯ И НЕРАВНОМЕРНОГО ТЕЧЕНИЯ

В статье предложена математическая модель, описывающая движение связанных участков ставного подвешного невода под действием внешних сил в условиях волнения и неравномерного течения. Предложены математические зависимости, связывающие силовые характеристики (усилия в оттяжках, натяжения в нитках сетной части и подборах) частей невода с их пространственно-временными и скоростными характеристиками. Данная математическая модель оптимизирована для дальнейшего применения в качестве основы при создании имитационных моделей различных процессов рыболовства, работающих на современных персональных компьютерах, графических станциях и комплексах, применительно к ставным подвешным неводам.

Ключевые слова: ставной подвешной невод, дифференциальные уравнения, динамика, точечная масса, метод взаимодействующих частиц, волна.

A.A. Nedostup, A.O. Raghev

*Kaliningrad State Technical University,
Kaliningrad, 236022
e-mail: nedostup@klgtu.ru*

CREATING A MATHEMATICAL MODEL OF WING OF FIXED SEINE MOTION DURING EXCITEMENT AND UNEVEN FLOW

A mathematical model, describing of fixed hanging seine related sections motion under the external forces actions during excitement and uneven flow was suggested. Mathematical dependences linking the power parame-

ters (tension of braces, tension of nets threads and ropes) of seine parts with space-temporal and velocity parameters were proposed. This mathematical model was optimized for simulation model of various fisheries process, working on PC, graphics workstations or clusters and applied to fixed hanging seine.

Key words: fixed seine, differential equations, dynamics, point mass, method of particles interaction, wave.

Ставной неводной лов имеет большое промысловое значение в экономике России. С его помощью добывается 90% лосося и 100% нерестовой сельди. Одной из значимых проблем при эксплуатации ставных подвесных неводов является его штормоустойчивость. При проектировании ставных неводов необходимо учитывать то, чтобы в условиях критической гидрометеорологической обстановки обеспечить максимально возможный вылов в сравнительно короткие сроки.

Одной из основных задач для эффективного промысла является разработка методик расчета ставного невода (рис. 1) как при отсутствии течений, так и при их наличии; определение экспериментальных коэффициентов держащей силы различных типов якорей.

Разработке методов расчета и оптимизации параметров ставных неводов посвящены работы: Ф.И. Баранова, Н.Н. Андреева, А.И. Трещева, А.Ф. Лексуткина, В.С. Калиновского, В.Н. Войниканис-Мирского, Е.Е. Шапунова, В.Ф. Канина, Ю.С. Сергеева, Е.Д. Каракоцкого, А.И. Зонина, В.В. Гулина, В.А. Ионаса, В.А. Маркина, В.М. Халилова, М.Н. Коваленко, О.М. Лапшина, А.А. Недоступа, М. Tauti, M. Nomura и других авторов.

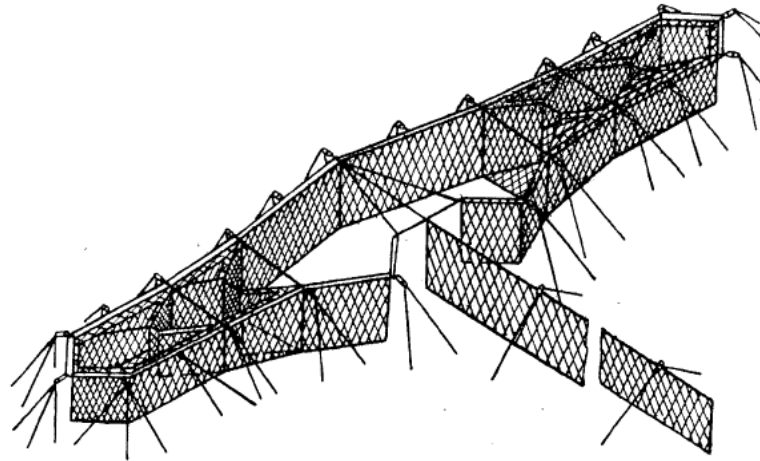


Рис. 1. Ставной подвесной невод

Проектирование ставных неводов требует проведения колоссальных объемов вычислений, так как сеть состоит из огромного количества ячеек. Зачастую требуется изучить поведение натурального орудия рыболовства, что практически невозможно путем натурального эксперимента. Поэтому возникает необходимость в способах, позволяющих достаточно просто рассчитывать сложные системы, такие как ставные подвесные неводы, состоящие из тысячи и более элементов.

С развитием вычислительной техники компьютер все больше приходит на помощь разработчикам орудий рыболовства и рыбакам. Применение персонального компьютера в качестве средств автоматизации проектирования и в процессе эксплуатации орудий рыболовства позволяет сократить общее время его разработки и установки, уменьшить количество ошибок.

Современные вычислительные системы (к ним относятся и персональные компьютеры), являясь многопроцессорными и гетерогенными системами, обладают большой вычислительной мощностью. В настоящее время персональные компьютеры из-за своей невысокой стоимости доступны широкому кругу потребителей.

Одна из областей применения компьютера – это моделирование физических процессов. Применение в качестве вычислителя графических процессоров, входящих в состав современного персонального компьютера или рабочей станции, позволяет очень быстро моделировать множество однотипных элементов параллельно во времени с использованием дискретной модели системы.

Для имитационного моделирования таких сложных орудий рыболовства, состоящих из множества однотипных элементов (ниток, канатов), как ставные подвесные невода, необходимо множество вычислений. С учетом того, что современные персональные компьютеры и их ком-

плексы позволяют наиболее эффективно использовать свои вычислительные ресурсы при обработке множества данных по одному алгоритму с применением параллельных вычислений [9], необходимо оптимизировать математическую модель посредством соответствующего разбиения объекта моделирования (невода) на части, способные обрабатываться параллельно с минимизацией связей между элементами в разных частях.

Применительно к сетным орудиям рыболовства в общем и ставному подвесному неводу в частности за основу можно взять дискретную математическую модель, построенную с использованием метода взаимодействующих частиц или точечных масс. Данный метод является разновидностью метода конечных элементов. Суть метода заключается в представлении орудия рыболовства множеством точечных масс, связанных между собой.

Рассмотрим метод моделирования поведения крыла ставного подвесного невода, находящегося в потоке воды при наличии волнения. На верхней подборе крыла расположены оснастка и плав, нижняя подборка подгружена. Крыло ставного невода закреплено при помощи горизонтальных и наклонных оттяжек к якорю. На горизонтальных оттяжках расположен плав (рис. 2).

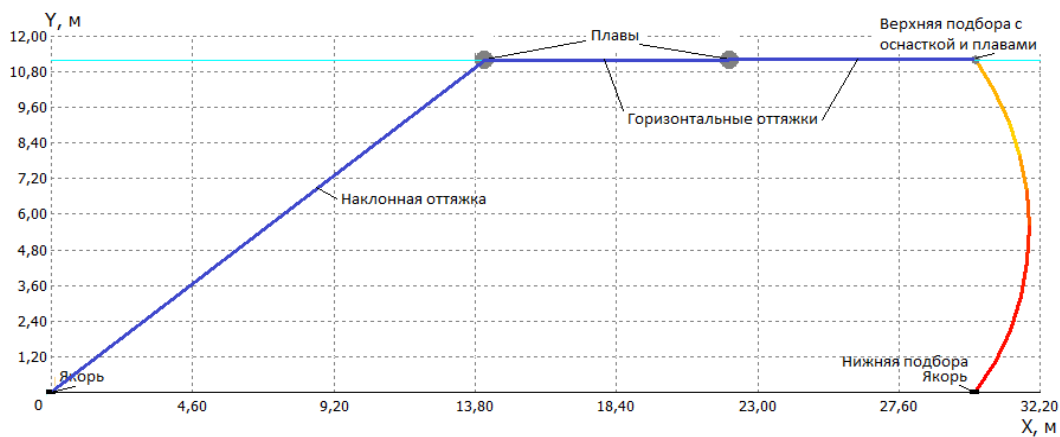


Рис. 2. Вид крыла ставного подвесного невода в плоскости OXY

Пусть поток воды направлен параллельно ее поверхности по нормали к крылу невода. При таких условиях расчет можно проводить в плоскости OXY , то есть в двумерном пространстве. В плоскости OXY крыло ставного невода представляет собой кривую линию. Применив метод конечных элементов, разобьем эту кривую на несколько участков и заменим каждый участок прямолинейным отрезком (рис. 3). Чем больше разбиений, тем точнее будет математическая модель. Аналогично поступим с оттяжками. Каждую оттяжку представим одним прямолинейным отрезком. Введем понятие узла как точку на конце отрезка. В результате получим ненаправленный односвязный граф, состоящий из множества вершин N , являющихся точками соединения отрезков (участков крыла невода и оттяжек) и множества ребер, замещающих отрезки.

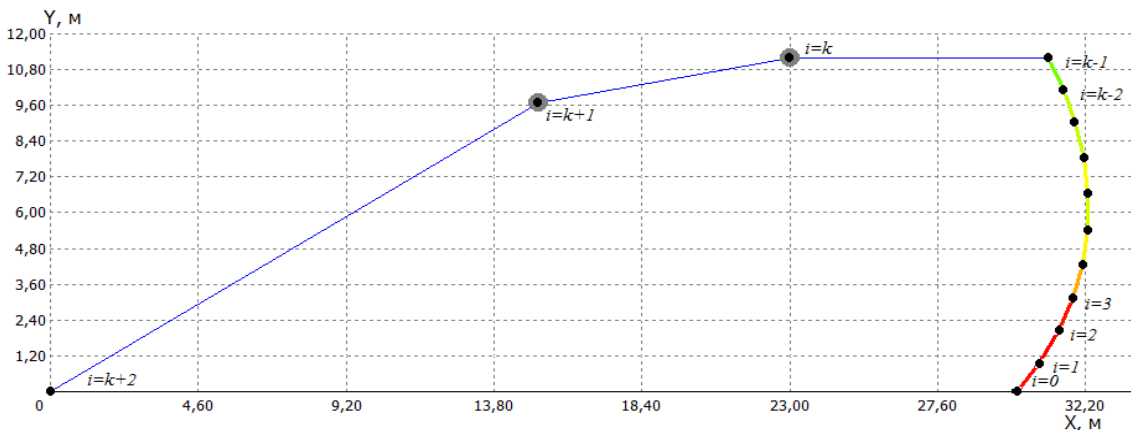


Рис. 3. Граф математической модели крыла ставного подвесного невода

Сосредоточим массы и веса всех участков невода в узлах графа. Составим дифференциальные уравнения движения и определим начальные условия для каждого узла $i \in N$ (1) [1]:

$$\begin{cases} \frac{d\bar{v}_i}{dt} = \bar{w}_i, & \bar{v}_i(0) = \bar{0} \\ \frac{d\bar{r}_i}{dt} = \bar{v}_i, & \bar{r}_i(0) = \bar{r}_i^0 \end{cases}, \quad (1)$$

где v_i – скорость узла i ; w_i – ускорение узла i ; r_i – координаты узла i ; r_i^0 – начальные координаты узла i ; t – время процесса моделирования.

Ускорение для каждого узла определяется из уравнения (2):

$$m_i \bar{w}_i = \sum_{j \in N_i} \left(\frac{\bar{r}_j - \bar{r}_i}{|\bar{r}_j - \bar{r}_i|} \frac{T_{ij}}{|\bar{r}_j - \bar{r}_i|} - \frac{\bar{R}_{ij} + (0, G_{ij})}{2} \right) + \bar{F}_i, \quad (2)$$

где, m_i – сосредоточенная масса в узле i с учетом присоединенной массы; w_i – узловое ускорение в точке i ; R_{ij} – сила гидродинамического сопротивления, действующая на участок невода или оттяжку между узлами i и j ; G_{ij} – вес участка невода или оттяжки между узлами i и j ; r_i – координаты узла i ; r_j – координаты узла j ; T_{ij} – сумма сил натяжения всех ниток, пересекающих плоскость, проходящую через узлы i и j параллельно плоскости OXZ; F_i – дополнительная сила, зависящая от узла i ; N_i – множество всех узлов, смежных узлу i по ребру (i, j) .

При расчете ускорений необходимо учесть влияние присоединенной массы. Для упрощения вычислений будем считать присоединенную массу каждой нитки как для цилиндра диаметром, равным диаметру нитки. Присоединенная масса для цилиндра равна массе жидкости в его объеме [2, 3].

Суммарная сила натяжения на участке (i, j) определяется из уравнения (3):

$$T_{ij} = \begin{cases} \left(\frac{|\bar{r}_j - \bar{r}_i|}{L_{ij}} - 1 \right) E_{ij} A_{ij} & \text{если } |\bar{r}_j - \bar{r}_i| > L_{ij} \\ 0 & \text{если } |\bar{r}_j - \bar{r}_i| \leq L_{ij} \end{cases}, \quad (3)$$

где A_{ij} – сумма площадей поперечного сечения всех ниток или оттяжек на участке (i, j) плоскостью, проходящей между узлами i и j параллельно плоскости OXZ; L_{ij} – длина участка (i, j) при $T_{ij} = 0$ (без растяжения); E_{ij} – модуль упругости материала участка невода (для капрона принят $1,7 \cdot 10^9$ Па).

Найдем для каждого узла m_i и F_i , а для каждого участка G_{ij} , R_{ij} и A_{ij} и подставим их в уравнения (2) и (3). Массу, сосредоточенную в узле и вес участка, вычислим по формулам (4):

$$m_i = m_{0i} + \frac{1}{2} \sum_{j \in N_i} ((\rho_{ij} + \rho) V_{ij}),$$

$$G_{ij} = (\rho_{ij} - \rho) V_{ij} g, \quad (4)$$

где ρ_{ij} – усредненная плотность ниток участка (i, j) , ρ – плотность воды, V_{ij} – объем ниток участка (i, j) , m_{0i} – собственная масса (с учетом присоединенной) узла i без участков.

Для узлов $i = [1 \dots k-2]$ и $i = k$ (см. рис. 3) примем: $F_i = 0$; $m_{0i} = 0$. Для узла $i = 0$ (нижняя подбора, вертикальная оттяжка и якорь) дополнительная сила и собственная масса находятся по формулам (5):

$$\bar{F}_i = -\overline{(0, 2G_{naux} + G_B)} - \bar{e}_i R_G - \overline{(F_{jB}, 0)},$$

$$m_{0i} = \frac{(2naux G + G_B)(\rho_G + \rho)}{(\rho_G - \rho)g}, \quad (5)$$

где G – погонный вес в воде нижней подборы; G_B – вес якоря вертикальной оттяжки; n – количество ячеей по верхней кромке крыла; u_x – посадочный коэффициент по верхней кромке крыла; a – шаг ячей; R_G – сила гидродинамического сопротивления участка нижней подборы; e_i – единичный вектор, имеющий направление скорости перемещения узла i относительно потока воды; F_{fB} – сила удержания якоря вертикальной оттяжки; ρ_G – усредненная плотность нижней подборы с якорем.

Дополнительные силы и собственные массы для узлов находятся по формулам (6)–(8). Для узла $i = k-1$ (верхняя подборка с плавками):

$$\begin{aligned}\bar{F}_i &= \overline{(0, 2Qnau_x)} - \bar{e}_i R_Q, \\ m_{0i} &= \frac{2nau_x Q (\rho_Q + \rho)}{(\rho - \rho_Q) g},\end{aligned}\quad (6)$$

где Q – погонная плавучесть верхней подборы; R_Q – сила гидродинамического сопротивления участка верхней подборы; ρ_Q – усредненная плотность верхней подборы.

Для узлов $i = k$ и $i = k+1$ (плав на горизонтальных оттяжках):

$$\begin{aligned}\bar{F}_i &= \overline{(0, Q_v)} - \bar{e}_i R_v, \\ m_{0i} &= \frac{Q_v (\rho_v + \rho)}{(\rho - \rho_v) g},\end{aligned}\quad (7)$$

где Q_v – плавучесть плавка, ρ_v – усредненная плотность плавка, R_v – сила гидродинамического сопротивления плавка.

Для узла $i = k + 2$ (якорь на наклонной оттяжке):

$$\begin{aligned}\bar{F}_i &= \overline{-(0, G_H)} - \overline{(F_{fH}, 0)}, \\ m_{0i} &= \frac{G_H (\rho_{GH} + \rho)}{(\rho - \rho_{GH}) g},\end{aligned}\quad (8)$$

где G_H – вес якоря наклонной оттяжки; F_{fH} – сила удержания якоря наклонной оттяжки; ρ_{GH} – плотность якоря наклонной оттяжки.

Для вычисления силы гидродинамического сопротивления R_{ij} используются эвристические зависимости [4].

Геометрические характеристики участков дельты (9):

$$\begin{aligned}L_{ij} &= 2ma\sqrt{1-u_x^2}, \\ A_{ij} &= 2n\frac{\pi d^2}{4}, \\ S_{ij} &= 4nmad, \\ V_{ij} &= \frac{\pi}{4}S_{ij}d, \\ F_o &= \frac{d}{au_x\sqrt{1-u_x^2}},\end{aligned}\quad (9)$$

где d – диаметр ниток дельты крыла невода; m – количество ячеей по боковой кромке крыла.

Геометрические характеристики оттяжек (10):

$$\begin{aligned} A_{ij} &= \pi d_{ij}^2 / 4, \\ V_{ij} &= A_{ij} L_{ij}, \\ S_{ij} &= L_{ij} d_{ij}, \end{aligned} \quad (10)$$

где d_{ij} – диаметр оттяжки; L_{ij} – входной параметр; $F_o = 1$.

Рассчитаем гидродинамическую силу нижней и верхней подбор как для цилиндра, применив эмпирические зависимости (11):

$$\begin{aligned} R_G &= \frac{1}{2} b_1 k_{1G} \left(\frac{d_G |\bar{v}_0 - \bar{v}|}{g} \right)^{-0.16} |\bar{v}_0 - \bar{v}|^2 \rho d_G (2anu_x), \\ R_Q &= \frac{1}{2} b_1 k_{1Q} \left(\frac{d_Q |\bar{v}_{k-1} - \bar{v}|}{g} \right)^{-0.16} |\bar{v}_{k-1} - \bar{v}|^2 \rho d_Q (2anu_x), \end{aligned} \quad (11)$$

где d_G – диаметр нижней подборы; d_Q – диаметр верхней подборы; $b_1 = 4,2$ – коэффициент для шестипрядных полиэтиленовых канатов [6,7]; k_{1G} , k_{1Q} – поправочные коэффициенты, определяющие удлинение цилиндра:

$$\begin{aligned} k_{1G} &= \frac{1}{1 + (d_G / (2anu_x))^{1/3}}, \\ k_{1Q} &= \frac{1}{1 + (d_Q / (2anu_x))^{1/3}}. \end{aligned} \quad (12)$$

Рассчитаем гидродинамическую силу сопротивления плавов как для цилиндра, применив эмпирические зависимости (13):

$$\begin{aligned} R_v &= \frac{1}{2} b_v k_v \left(\frac{d_v |\bar{v}_v - \bar{v}|}{g} \right)^{-0.16} |\bar{v}_v - \bar{v}|^2 \rho d_v h_v, \\ k_v &= \frac{1}{1 + (d_v / h_v)^{1/3}}, \end{aligned} \quad (13)$$

где d_v – диаметр пенопласта вешки; h_v – высота пенопласта вешки; $b_v = 3,0$ – коэффициент для гладкого цилиндра [5]; k_v – поправочный коэффициент, определяющий удлинение цилиндра; v_v – абсолютная скорость плава.

Сила удержания якорей (14):

$$F_f = \begin{cases} \operatorname{sgn}((\bar{v}_G - \bar{v})_x) f F_y & |F_y| < 0 \\ 0 & |F_y| \geq 0 \end{cases}, \quad (14)$$

$$F_{i,y} = \left(\sum_{j \in \{1,k\}} \left(\frac{\overline{r_j} - \overline{r_i}}{|\overline{r_j} - \overline{r_i}|} \frac{T_{i,j}}{2} - \frac{\overline{R_{i,j}} + \overline{(0, G_{i,j})}}{2} \right) + \overline{F_i} \right)_y,$$

где $F_{i,y}$ – проекция на ось ОУ равнодействующей сил за вычетом силы трения, приложенных к якорю; f – коэффициент держащей силы; v_G – абсолютная скорость якоря; r_i – координаты якоря.

При волнении и в условиях шторма граница раздела вода-воздух (профиль волны) изменяется во времени.

Учитывая вышесказанное для определения сил взаимодействия ставного подвесного невода с внешней средой необходимо найти:

1) мгновенное значение вектора скорости течения в произвольной точке пространства и времени (поля скорости течения);

2) профиль волны в произвольное время (для двумерной постановки задачи – зависимость вертикальной координаты границы раздела вода-воздух от горизонтальной координаты и времени).

Рассмотрим волновую модель Стокса-Релея [8,9,10], имеющую место в условиях ограниченной глубины. В данной модели при волнении частицы воды движутся по эллиптическим траекториям. Профиль волны показан на рис. 4.

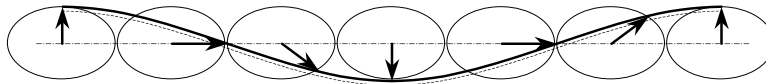


Рис. 4. Профиль волны, соответствующий модели Стокса-Релея

Размер полуосей эллипса определяется по формулам (15) [11]:

$$\begin{aligned} a_0(z_0) &= \frac{h}{2} \cdot \frac{\cosh(k \cdot z_0)}{\sinh(k \cdot H)} \\ b_0(z_0) &= \frac{h}{2} \cdot \frac{\sinh(k \cdot z_0)}{\sinh(k \cdot H)}, \end{aligned} \quad (15)$$

где a_0 – горизонтальная, b_0 – вертикальная полуоси эллипса; h – высота волны; $k = 2\pi/\lambda$; λ – длина волны; H – глубина места лова; z_0 – высота от дна водоема; $d_0 = 0.25\pi h^2 / \lambda$ – поднятие центра орбит, вызванное несимметричностью волны относительно линии, определяющей положение воды в покое [10].

Профиль волны в декартовых координатах $(x; z)$ определяется системой параметрических уравнений (16):

$$\begin{cases} x = R \cdot t_w + a_0 \cdot \sin t_w + ct \\ z = H + d_0 - b_0 \cdot \cos t_w \end{cases}, \quad (16)$$

где $R = 1/k$; t_w – параметр; c – скорость распространения волны (17); t – время.

$$c = \sqrt{g \cdot R \tanh(k \cdot H)}, \quad (17)$$

где g – ускорение свободного падения.

Вектор скорости воды $(u; w)$ в точке $(x_0; z_0)$ является суммой трех составляющих:

$$(u; w) = (v; 0) + (u_g; 0) + (u_w; w_w), \quad (18)$$

где v – скорость вынужденного течения (приливно-отливное, речное); u_g – скорость волнового течения; u_w – горизонтальная и w_w – вертикальная составляющие скорости вращения воды, вызванного волной.

Скорость вращения воды, вызванного волной определяется системой параметрических уравнений (19) [5]:

$$\begin{cases} u_w = \frac{h \cdot g}{2 \cdot c} \cdot \frac{\cosh(k \cdot z_0)}{\cosh(k \cdot H)} \cdot \cos t_w \\ w_w = \frac{h \cdot g}{2 \cdot c} \cdot \frac{\sinh(k \cdot z_0)}{\cosh(k \cdot H)} \cdot \sin t_w \end{cases} \quad (19)$$

Скорость волнового течения [12]:

$$u_g = u_{en} \cdot \frac{\cosh(k \cdot z_0)}{\cosh(k \cdot H)}, \quad (20)$$

где $u_{en} = 0.25h^2k^2c$ – скорость ветрового течения на поверхности.

Скорость вынужденного течения [11]:

$$v = v_n \sqrt{1 - (0.57 + 3.3/C) \frac{(H - z_0)^2}{H^2}}, \quad (21)$$

где v_n – скорость вынужденного течения на поверхности; C – коэффициент формулы Шези, изменяющийся для рек в пределах 10–60 м^{1/2}/с.

Предложенная математическая модель позволяет определить его силовые и пространственно-временные характеристики крыла ставного подвешного невода на волнении и при неравномерном течении по его известным параметрам, полученным по результатам расчета основных параметров. По разработанному методу расчета была создана компьютерная программа моделирования крыла ставного подвешного невода на волнении при неравномерном течении.

Статья подготовлена в рамках выполнения гранта РФФИ №15-08-00464-а «Математическое, физическое и имитационное моделирование сетных орудий рыболовства и аквакультуры».

Литература

1. Недоступ А.А., Ражев А.О. Моделирование динамических характеристик ставной сети. Рыбное хозяйство. – 2013. – № 2. – С. 97–99.
2. Ламб Г. Гидродинамика: пер. с англ. – М.-Л., 1947. – 230 с.
3. Риман И.С., Крепс Р.Л. Присоединенные массы тел различной формы. – М., 1947. – 56 с.
4. Недоступ А.А., Володько Д.А., Ражев А.О. Гидродинамический расчет рыболовной сети // Сборник трудов V международной научно-практической конференции «Инженерные системы – 2012» / РУДН. – М., 2012. – С. 27–31.
5. Недоступ А.А., Володько Д.А., Ражев А.О. Гидродинамический расчет рыболовной сети // Сборник трудов V международной научно-практической конференции «Инженерные системы – 2012» / РУДН. – М., 2012. – С. 27–31.
6. Недоступ А.А. Методы расчета пассивных сетных орудий внутреннего и прибрежного рыболовства: Монография. – Калининград: Изд-во ФГОУ ВПО «КГТУ», 2010. – 280 с.
7. Недоступ А.А., Наумов В.А., Ражев А.О., Белых А.В. Математическое моделирование орудий и процессов рыболовства. Ч.1: Монография. – Калининград: Изд-во ФГБОУ ВПО «КГТУ», 2013. – 253 с.
8. Розенштейн М.М. Проектирование орудий рыболовства / М.М. Розенштейн. – М.: Колос, 2009. – 394 с.
9. Розенштейн М.М., Недоступ А.А. Механика орудий рыболовства / М.М. Розенштейн, А.А. Недоступ: Учебник для вузов. – М.: Моркнига, 2011. – 527 с.
10. Безруков Ю.Ф. Колебания уровня и волны в Мировом океане // Учебное пособие. – Симферополь: Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского, 2001. – 50 с.
11. Судольский А.С. Динамические явления в водоемах: Монография. – Л.: Гидрометеиздат. Ленинград. 1991. – 263 с.
12. Чеботарев А.И. Общая гидрология (воды суши): Учебное пособие. – 2-е изд. – Л.: Гидрометеиздат, 1975. – 530 с.

УДК 629.5.05

С.Ю. Носаль

*Камчатский государственный технический университет,
Петропавловск-Камчатский, 683003
e-mail: nosal.2012@mail.ru*

СОВРЕМЕННЫЕ СИСТЕМЫ НАВИГАЦИИ

В статье рассматриваются и анализируются современные системы, применяемые для навигации морских судов. Кроме того, приводится сравнительный анализ современных методов навигации и методов середины XX века.

Ключевые слова: искусственный спутник Земли, глобальная навигационная спутниковая система (ГНСС), GPS, автоматическая идентификационная система (АИС), судно, географические координаты.

S.Y. Nosal

*Kamchatka State Technical University,
Petropavlovsk-Kamchatski, 683003
e-mail: nosal.2012@mail.ru*

THE MODERN SYSTEMS OF NAVIGATION

Modern systems used for marine ships navigation are considered and analyzed in this article. Besides, there is a comparative analysis of up-to-date and of the 20th century methods of navigation.

Key words: artificial satellite of the Earth, Global Navigation Satellite System (GNSS), Global Positioning System (GPS), automatic identifying system (AIS), ship, geographical position.

Во второй половине 20-х века, а именно в 1961 г., мир вошел в новую, космическую, эру. Запуск первого искусственного спутника Земли (ИСЗ) вывел народно-хозяйственную сферу, а вместе с ней морскую отрасль, на новый уровень. Уже через четыре года в СССР начала функционировать первая спутниковая радионавигационная система. Кроме того, к этому времени успешно работали спутниковые системы связи и телевидения.

Развитие информатики, микросхемотехники и некоторых других наукоемких отраслей привело к тому, что с помощью ИСЗ специализированный микропроцессор может практически непрерывно вычислять географические координаты той точки Земли и околоземного пространства, в которую его поместили. Поэтому в настоящее время определение местоположения судна не составляет труда. Сейчас в мире существует четыре проекта глобальных спутниковых навигационных систем (ГНСС): два действующих – американский «GPS» и российский «ГЛОНАСС» и два разворачиваемых – европейский «Galileo» и китайский «Compass» [1].

Для достижения глобальности навигационно-временного обеспечения в штатном составе космического сегмента четырех упомянутых проектов должно быть:

- GPS – 24 спутника семейства NAVSTAR GPS;
- ГЛОНАСС – 24 спутника серии ГЛОНАСС-М;
- Galileo – 30 спутников серии GALILEO;
- Compass – 51 спутник (в перспективе 66).

На территории России действуют две системы ГНСС: «ГЛОНАСС» и «GPS», применяются совмещенные приемники ГЛОНАСС/GPS. Упрощенно их работа выглядит так.

Спутники передают на Землю сигналы, закодированные особым образом (амплитудно-фазовая модуляция). На Земле приемники системы принимают эти сигналы. Принятые сигналы после специальной обработки позволяют определить расстояние от спутника до судна. (Опреде-

ляется время распространения сигнала от спутника до судна, а зная скорость света, можно вычислить и расстояние). Одновременное определение расстояний до трех спутников позволяет вычислить место судна, как точку пересечения трех сфер. В силу неизбежного появления погрешностей измерения расстояний реально получается не точка, а сферическая пирамида, в которой четвертой сферой выступает земная поверхность. Специальные математические методы, применяемые в процессоре приемника, позволяют определить географические координаты судна внутри указанной пирамиды с очень высокой точностью. При одновременном приеме сигналов от четырех спутников определяются не только географические координаты, но и высота приемника над уровнем моря, что очень важно для воздушных судов [2].

А. Шилов, заместитель руководителя Роскосмоса, уверен, что после Министерства обороны самый весомый заказчик всех космических услуг – Минтранс. Система спутниковой навигации «ГЛОНАСС» призвана оптимизировать перемещение транспортных средств и обеспечить безопасность на всех видах транспорта [3].

Следует заметить, что во время развала СССР система «ГЛОНАСС» находилась в стадии формирования космического сегмента. С 90-х годов XX в. до начала XXI в. система приходила в упадок. Только примерно с 2005 г. начинается новый этап в развитии системы. На данный момент она является действующей. В ней функционирует 24 спутника, один находится в резерве, а два выведены на орбиту и проходят испытания (таблица 1).

Таблица 1

Космический сегмент системы «ГЛОНАСС»

| Сист. номер/точка | Космос | Плоск | Номер НКА | Литер | Дата запуска | Дата ввода в систему | Наработка КА (ГГ-ММ-ДД) | Время информации | Статус КА | Исправность по факту | Погрешность ПД, [м] |
|-------------------|--------|-------|-----------|-------|--------------|----------------------|-------------------------|---------------------|-----------|----------------------|---------------------|
| 1/1 | 2456 | 1 | 730 | 1 | 14.12.2009 | 30.01.2010 | 05-02-07 | 18.02.2015 05:15:00 | в системе | Исправен | -2.08 |
| 2/2 | 2485 | 1 | 747 | -4 | 26.04.2013 | 04.07.2013 | 01-09-28 | текущее | в системе | Исправен | 1.08 |
| 3/3 | 2476 | 1 | 744 | 5 | 04.11.2011 | 08.12.2011 | 03-03-17 | текущее | в системе | Исправен | -0.41 |
| 4/4 | 2474 | 1 | 742 | 6 | 02.10.2011 | 25.10.2011 | 03-04-20 | текущее | в системе | Исправен | -1.47 |
| 5/5 | 2458 | 1 | 734 | 1 | 14.12.2009 | 10.01.2010 | 05-02-07 | текущее | в системе | Исправен | -0.77 |
| 6/6 | 2457 | 1 | 733 | -4 | 14.12.2009 | 24.01.2010 | 05-02-07 | текущее | в системе | Исправен | 2.60 |
| 7/7 | 2477 | 1 | 745 | 5 | 04.11.2011 | 18.12.2011 | 03-03-17 | текущее | в системе | Исправен | 0.05 |
| 8/8 | 2475 | 1 | 743 | 6 | 04.11.2011 | 20.09.2012 | 03-03-17 | текущее | в системе | Исправен | -0.10 |
| 9/9 | 2464 | 2 | 736 | -2 | 02.09.2010 | 04.10.2010 | 04-05-20 | текущее | в системе | Исправен | -2.45 |
| 10/10 | 2424 | 2 | 717 | -7 | 25.12.2006 | 03.04.2007 | 08-01-27 | текущее | в системе | Исправен | 1.97 |
| 11/11 | 2436 | 2 | 723 | 0 | 25.12.2007 | 22.01.2008 | 07-01-27 | текущее | в системе | Исправен | 0.67 |
| 12/12 | 2465 | 2 | 737 | -1 | 02.09.2010 | 12.10.2010 | 04-05-20 | текущее | в системе | Исправен | 0.10 |
| 13/13 | 2434 | 2 | 721 | -2 | 25.12.2007 | 08.02.2008 | 07-01-27 | текущее | в системе | Исправен | 6.22 |
| 14/14 | 2425 | 2 | 715 | -7 | 25.12.2006 | 03.04.2007 | 08-01-27 | текущее | в системе | Исправен | 0.69 |
| 15/15 | 2426 | 2 | 716 | 0 | 25.12.2006 | 12.10.2007 | 08-01-27 | текущее | в системе | Исправен | 5.11 |
| 16/16 | 2466 | 2 | 738 | -1 | 02.09.2010 | 11.10.2010 | 04-05-20 | текущее | в системе | Исправен | -0.07 |
| 17/17 | 2478 | 3 | 746 | 4 | 28.11.2011 | 23.12.2011 | 03-02-23 | текущее | в системе | Исправен | -1.25 |
| 18/18 | 2491 | 3 | 754 | -3 | 24.03.2014 | 14.04.2014 | 00-11-01 | текущее | в системе | Исправен | -3.35 |
| 19/19 | 2433 | 3 | 720 | 3 | 26.10.2007 | 25.11.2007 | 07-03-27 | текущее | в системе | Исправен | -1.23 |
| 20/20 | 2432 | 3 | 719 | 2 | 26.10.2007 | 27.11.2007 | 07-03-27 | текущее | в системе | Исправен | 0.27 |
| 21/21 | 2500 | 3 | 755 | 4 | 14.06.2014 | 03.08.2014 | 00-08-09 | текущее | в системе | Исправен | -0.47 |
| 22/22 | 2459 | 3 | 731 | -3 | 02.03.2010 | 28.03.2010 | 04-11-24 | текущее | в системе | Исправен | 1.84 |
| 23/23 | 2460 | 3 | 732 | 3 | 02.03.2010 | 28.03.2010 | 04-11-24 | текущее | в системе | Исправен | -0.33 |
| 24/24 | 2461 | 3 | 735 | 2 | 02.03.2010 | 28.03.2010 | 04-11-24 | текущее | в системе | Исправен | 0.06 |

В 2006 г. Международная морская организация (ИМО) ввела обязательную судовую систему охранного оповещения, которая выдает в автоматическом режиме координаты судна 4 раза в сутки. Источником координат для данных систем являются приемники стандарта «ГЛОНАСС», встроенные в АИС (автоматическую идентификационную систему) [3].

АИС – многофункциональная информационно-техническая система, оборудование которой устанавливается на судах и в береговых службах в целях обеспечения безопасности мореплавания и автоматизации обмена навигационной информацией.

В состав АИС входят следующие основные компоненты:

- мобильные станции (транспондеры), устанавливаемые на судах, а также на других объектах (поисково-спасательные летательные аппараты, средства навигационного оборудования – СНО);
- радиоканал АИС, обеспечивающий обмен информацией между мобильными и береговыми станциями АИС;
- цепь береговых станций АИС, включающая базовые станции, симплексные и дуплексные репитеры;
- информационная сеть АИС, связывающая базовые станции АИС с береговыми службами;
- оборудование АИС, устанавливаемое в береговых службах (системы управления движением судов, системы судовых сообщений, береговая охрана, портовый контроль, морские спасательно-координационные центры, гидрографическая служба и другие).

Цепь станций АИС, информационная сеть и оборудование, устанавливаемое в береговых службах, объединяются понятием «береговой сегмент АИС».

АИС обеспечивает:

- автоматическую и регулярную передачу судном другим судам и береговым службам информации, включающей сведения о судне, координаты, курс, скорость и другие данные;
- автоматический прием, обработку и отображение аналогичной информации от других судов и береговых служб;
- автоматическое сопровождение (прокладку движения) судов, оборудованных АИС, в целях предупреждения столкновений, а также контроля и регулирования судоходства;
- автоматизированный обмен сообщениями, связанными с безопасностью мореплавания, между судами и береговыми службами [4].

Иными словами, АИС – это своего рода биополе судна, содержащие всю информацию о судне (технические характеристики, курс судна, скорость, экипаж, состояние судна и т.д.).

АИС обязательны для установки на судах грузоподъемностью свыше 300 регистровых тонн (р. т.), совершающих международные рейсы, и свыше 500 р. т. для судов, не совершающих международных рейсов, а также пассажирских судов вне зависимости от размера [5].

С 2009 г., согласно требованиям ИМО, стала обязательной регистрация судов, совершающих международные рейсы, в системе ОСДР (опознавание судов на дальнем расстоянии), которая дает координаты судна 6 раз в сутки.

Судовая система охранного оповещения и ОСДР работают на основе судовых терминалов стандарта Инмарсат-С и Инмарсат-D+ (Инмарсат – специальная система морской спутниковой связи). Источником координат для них являются встроенные либо внешние GPS-приемники.

Приемники ГНСС и АИС обязательно должны быть установлены на морских судах в соответствии с требованиями Правила 19 Главы V Конвенции СОЛАС. К настоящему времени для навигационного обеспечения морских судов Международной морской организацией одобрены системы «GPS» и «ГЛОНАСС». Суда оборудуются комбинированными приемниками ГНСС ГЛОНАСС/GPS [5].

Для судов, не подпадающих под требования Правила 19 пятой главы СОЛАС, морские Администрации государств должны установить национальные требования к установке оборудования АИС. В отсутствие таких требований на данные типы судов распространяются общие требования Конвенции СОЛАС.

Надо отдельно сказать о точности определения места судна, указанной в СОЛАС – 74. Выделим два момента: плавание в открытом море и плавание в стесненных условиях (порты, побережье, проливы, каналы). В первом случае среднеквадратическая погрешность (СКП) определения должна быть не хуже 100 м. (с вероятностью 95%). Во втором – не хуже 10 м. (с той же вероятностью) [5]. Указанные выше глобальные навигационные системы обеспечивают указанную для первого случая точность. Для обеспечения точности определения места в стесненных условиях предусмотрены локальные дифференциальные подсистемы (ЛДПС).

Надо отметить, что и в «доспутниковую» эпоху существовало достаточное количество радионавигационных систем, позволяющих определять место судна не просторах Мирового океана. Их называют «гиперболические радионавигационные системы». В этих системах место судна определяется как точка пересечения двух или нескольких гипербол. Этим и объясняется их общее название.

Гиперболой называется геометрическая кривая второго порядка, на которой разность расстояний от двух других фиксированных точек, называемых «фокусы», есть величина постоянная.

ная. Для определения двух и более разностей расстояний в фокусах таких систем устанавливают передающие радиостанции, работающие совместно и согласованно. Несколько таких радиостанций объединяют в группу, называемую «цепочка РНС». Все станции одной цепочки излучают радиоволны, у которых есть единый параметр. Таким параметром может быть либо частота, либо период излучения группы импульсов, либо то и другое одновременно [2].

Разность расстояний в гиперболических РНС определяется на основе измерения радионавигационного параметра. Радионавигационным параметром может быть разность моментов времени прихода в точку приема двух коротких радиоимпульсов, одновременно излученных из двух фокусов. Это может быть и разность фаз двух или нескольких колебаний, синхронно излучаемых из фокусов. В одной из самых совершенных радионавигационных систем измеряются оба радионавигационных параметра, что позволяет определять место судна с точностью около 15–25 метров на расстояниях от берега до 1200 морских миль. Точность определения места зависит от положения точки относительно «базы» – условной линии, соединяющей станции. В середине 80-х годов XX в. появились автоматические приемники таких РНС. Они широко использовались на морском флоте до середины девяностых годов XX в. [6]. И только глобальность спутниковых РНС явилась определяющим фактором, перед которым наземные гиперболические РНС не устояли. В настоящее время они либо законсервированы, либо полностью закрыты.

Ради справедливости следует отметить, что полностью автоматическими указанные выше приемники не были. После включения необходимо было настроить такой приемник. Для его правильной настройки необходимо было убедиться, что автоматическое устройство обрабатывает тот период колебаний, на котором есть «особая» точка. В противном случае надо было вручную изменить показания прибора на 10 микросекунд вперед или назад. Для этой операции надо было обладать специальными знаниями, которые приобретались в специальном курсе радиотехники или радионавигации [6].

Сравнивая спутниковые и наземные радионавигационные системы, можно сделать вывод в пользу спутниковых систем. Более конкретно это сравнение рассмотрим в приведенной ниже таблице 2.

Таблица 2

Сравнительный анализ наземных и спутниковых РНС

| Параметр сравнения | Спутниковые РНС | Гиперболические РНС |
|--|--|--|
| Зона действия | Вся Земля и околоземное пространство | До 1200 миль от берега |
| Точность определения места | В порту 0,5–2 метра В море 10–50 метров | От 15 до 25 метров в зависимости от удаления от базы |
| Непрерывность | Непрерывное | Непрерывное |
| Полная автоматизация | После первого включения | После каждого включения |
| Зависимость от пространственных сигналов | Не зависят | Зависят |

Из таблицы видно, что спутниковые радионавигационные системы выигрывают практически по всем параметрам сравнения. Но решающую роль сыграла их глобальность, высокая точность в портах и независимость от пространственных сигналов.

Литература

1. <http://ria.ru/incidents/20090812/180655130.html>.
2. Коновалов В.В., Кузнецова Л.И., Мельников Н.П., Причкин О.Б. Судовые радионавигационные приборы: Учебник для мореход. училищ. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Транспорт, 1989. – 223 с.
3. http://www.marcomm.ru/news/ID_13.html.
4. Маринич А.Н., Проценко И.Г., Резников В.Ю., Устинов Ю.М., Черняев Р.Н., Шигабутдинов А.Р. Судовая автоматическая идентификационная система. – Судостроение, 2004. – 207 с.
5. Международная конвенция по охране человеческой жизни на море 1974 года (СОЛАС-74). (Консолидированный текст, измененный Протоколом 1988 года к ней, с поправками). – СПб.: ЗАО «ЦНИИМФ», 2010. – 992 с.
6. Дуров А.А., Кан В.С., Мищенко И. Н., Никитенко Ю.И., Устинов Ю.М. Судовая радионавигация. Радионавигационные устройства и системы: Учебник для вузов. – М., 1998. – 205 с.

УДК 639.2.081.1:639.228

Е.В. Осипов

*Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,
Владивосток, 690087
e-mail: oev@mail.ru*

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ЯРУСНОГО ПРОМЫСЛА СИНЕКОВОГО ПАЛТУСА

В работе предложена промысловая схема и устройство, позволяющее исключить объедание улова (синекорого палтуса) касатками во время выборки ярусных порядков. Устройство представляет собой погружную конструкцию с системой ловушек, отсекателем улова и накопителем, что позволяет опускать устройство на глубину большую, чем погружаются касатки, и накапливать улов, а после окончания переборки устройство выбирать и выливать улов.

Ключевые слова: промысловая схема, касатки, исключение объедания улова.

E.V. Osipov

*Far State Technical Fishery University,
Vladivostok, 683003
e-mail: oev@mail.ru*

PERFECTION LONGLINE FISHING GREENLAND HALIBUT

In the paper we propose a scheme of fishing and the device allowing to exclude grazing catch (Greenland halibut) by killer whales during sampling longline orders. The device is a submersible structure with a system of traps, shut off the catch and drive that allows to lower the unit to a depth greater than the killer whales dive and to accumulate catch and after bulkhead end it is the device to select and pour catch.

Key words: fishing scheme, killer whales (*Orcinus orca*), grazing exclusion catch.

В настоящее время на промысле ярусами наблюдается объедание улова морскими млекопитающими, что снижает рентабельность промысла, а в отдельных районах промысел ярусами сворачивается.

Для решения этой проблемы существует два подхода. Первый подход связан с использованием акустических приборов [1], излучающих сигналы в диапазоне частот, которые отпугивают млекопитающих из зоны выборки яруса, или маскирующих работу механизмов выборки яруса и судна, а также использующих комплексно эти типы излучений в различных вариантах. Однако практика применения подобных систем на промысле показывает, что млекопитающие через некоторое время адаптируются к таким системам и продолжают объедать улов, при этом в дальнейшем такие акустические системы используются млекопитающими в качестве приманки. В настоящее время не исследовано в полном объеме влияние таких акустических систем на здоровье экипажа, однако на практике отмечено, что некоторые члены экипажа во время работы этих акустических систем испытывают угнетенное состояние.

Второй подход состоит [2] в применении специального механического устройства, представляющего собой мальгогер. Устройство опускается с помощью тросов на глубину. Через устройство осуществляется выборка яруса. На тросах крепятся электроды и светильники, которые подключаются к электрическим кабелям, и при подаче тока формируются энергетические и информационные сигналы, создающие вокруг яруса импульсное световое поле определенной яркости и импульсное электрическое поле необходимой напряженности.

К недостаткам данного устройства относятся

– большая вероятность схода рыбы с яруса при проходе его через опускаемый мальгогер;

– близкое расстояние между канатами с током и хребтиной создает большую вероятность зацепа хребтины за эти канты, светильники и электроды, в результате чего возникает аварийная ситуация и прекращается выборка;

– трудности контроля движением судна при выборке яруса, поскольку мальгогер находится на большой глубине и при движении судна отклоняется под действием набегающего потока, что увеличивает зацеп яруса за канаты;

– для создания светового и электрического поля необходимо на судне устанавливать систему генерации электрического тока большой мощности.

Рассмотренные подходы к снижению или исключению объедания улова не используются в настоящее время на промысле, что связано с ограниченными возможностями управления поведением касаток, особенностью выборки яруса, когда часть его хребтины находится на большом расстоянии от судна.

Для решения данной задачи разработано устройство, которое буксируется за судном при выборке яруса на глубине, недоступной морским млекопитающим (для касаток (*Orcinus orca*) более 250 м), имеющее системы пропуска внутрь себя хребтины без потери улова, отсоединения улова и накопителя улова.

На рис. 1. показано устройство для переборки яруса в разрезе, вид сбоку судна, а на рис. 2 показано устройство для переборки яруса, вид с носа судна.

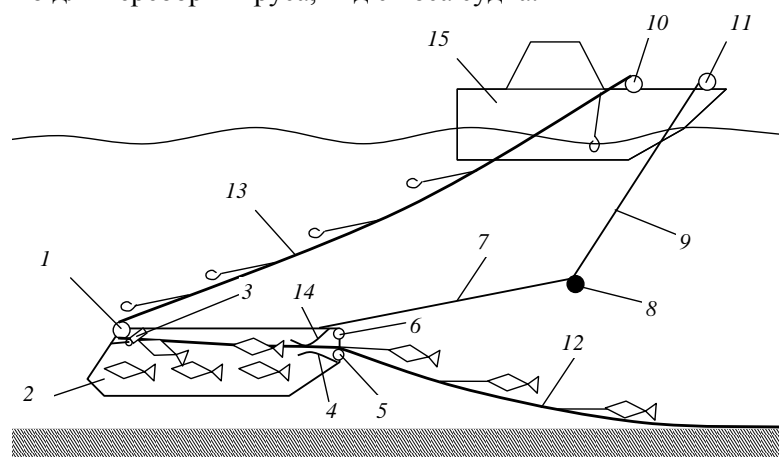


Рис. 1. Устройство для переборки яруса в разрезе, вид сбоку судна

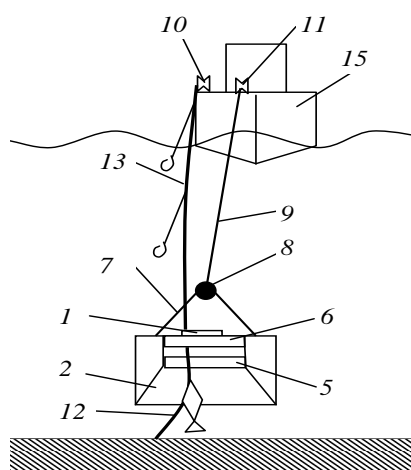


Рис. 2. Устройство для переборки яруса в разрезе, вид с носа судна

Устройство для переборки яруса содержит выходное окно, выполненное в виде рола 1, накопитель для рыбы 2, отсека-тель 3, открывок нижний 4 и верхний 14, входное окно в виде мальгогера с нижним ролом 5 и верхним ролом 6, оттяжки 7, груз 8, трос 9.

Устройство для переборки яруса движется за судном с помощью оттяжек 7 и троса 9, глубина регулируется грузом 8 и длиной троса 9 за счет лебедки 11. Во время выборки с помощью лебедки 10 хребтина яруса с уловом (рыбами) 12 проходит через входное окно, в виде мальгогера с нижним ролом 5 и верхним ролом 6, и входит в накопитель 2, в конце которого проходит через отсека-тель 3, который отсоединяет улов с крючков. Далее хребтина яруса без улова 13 через выходное окно, выполненное в виде рола 1, направляется на лебедку 10. Отсоединенная рыба находится в накопителе 2 выход, из которого блокируется открывками 4 и 14. После окончания подъема

хребтины яруса 13 с помощью троса 9 устройство для переборки яруса поднимается на борт судна, а находящийся в накопителе улов изолирован от доступа к нему морских млекопитающих.

На рис. 1 и 2 показан вариант использования устройства для переборки яруса с имеющимся рыболовным судном. В настоящее время начали выпускать суда с выборкой яруса ниже ватер-линии под килем судна, а также с борта судна с помощью специального устройства. Практика

показала, что в этих случаях отрыв рыбы с крючка самоуправляется, поскольку отсутствует качка. Эти схемы позволяют уменьшить количество людей при работе на палубе и увеличить скорость выборки яруса, тем самым возрастает экономическая эффективность промысла. Применение предлагаемого устройства для переборки яруса обладает такими же свойствами.

Для вновь вводимых судов использование устройства для переборки яруса позволит использовать классические суда (без выборки из под киля судна и ниже ватерлинии). При этом систему постановки и выборки яруса можно разместить в кормовой части по модульному принципу, а в носовой части закрепить мальгогер для выборки концевых буйрепов яруса с буйами и якорями. Это позволит на судах быстро переходить с одного вида промысла на другой, снимая модуль с кормовой части судна.

Литература

1. Способ управления поведением морских животных при промысле рыбы: Пат. 2218583 Рос. Федерация. № 2002104655/09; заявл. 20.02.02; опубл. 10.12.03, Бюл. № 14. – 7 с.
2. Способ отпугивания морских млекопитающих от орудий лова: Пат. 2335124 Рос. Федерация. № 2007111041/28; заявл. 26.03.07; опубл. 10.10.08, Бюл. № 28. – 7 с.

УДК 621.314.11:629.5.03

А.В. Петрунин, С.Ю. Труднев

*Камчатский государственный технический университет,
Петропавловск-Камчатский, 683003
e-mail: MrMertvec@inbox.ru*

МОДЕРНИЗАЦИЯ АВТОМАТИЗАЦИИ АВАРИЙНЫХ И ШТАТНЫХ СИСТЕМ ЗАПУСКА ДИЗЕЛЬ-ГЕНЕРАТОРНЫХ АГРЕГАТОВ

Материал посвящен техническому решению старения флота путем модернизации отдельных энергоузлов, модернизации систем автоматического запуска дизель-генераторных агрегатов. Представлена функциональная схема, а также дано подробное ее описание. Обоснованы основные преимущества предлагаемого устройства перед аналогами.

Ключевые слова: программируемый микроконтроллер, главный распределительный щит, синхронный генератор, система автоматического регулирования частоты вращения, система автоматического регулирования напряжения.

A.V. Petrunin, S.U. Trudnev

*Kamchatka State Technical University,
Petropavlovsk-Kamchatski, 683003
e-mail: MrMertvec@inbox.ru*

MODERNIZATION OF THE AUTOMATION OF EMERGENCY AND REGULAR SYSTEMS START DIESEL GENERATOR SETS

The article is devoted to the technical solution of aging fleet modernization through individual generation centers and modernization of the automatic start generating units. The functional diagram was described in details. The main advantages of the proposed device in comparison with analogues were enumerated.

Key words: programmable microcontroller, main switchboard, synchronous generator, automatic speed control, automatic voltage control.

На сегодняшний день все больше актуальна проблема устаревания судов и их внутреннего оснащения. Это приводит к тому что возникает необходимость увеличивать затраты на их обслуживание и содержание, приводит к частым поломкам [1].

Техническое состояние автоматики и электрооборудования рыбопромысловых судов Камчатского края находится в критическом положении, так как большинство рыбопромысловых судов имеют срок службы более 20 лет (рис. 1).



Рис. 1. Судно рыбопромыслового флота

Наряду с техническим прогрессом к судовой автоматике предъявляют все более жесткие требования, в результате этого происходит ежегодное списание судов. За последние 20 лет количество судов российского флота сократилось более чем на 30 процентов и, по прогнозам, эта цифра будет увеличиваться.

Полное обновление рыбопромыслового флота требует больших капиталовложений, поэтому целесообразной будет модернизация судовых электроэнергетических систем путем внедрения современного оборудования с улучшенными техническими характеристиками и высоким КПД.

Модернизация, как правило, осуществляется за счет частичного переоборудования отдельных силовых систем, в результате увеличивается мощность потребителей, из-за чего приходится увеличивать и мощность судовой электроэнергетической системы, устанавливая дополнительные синхронные генераторы более высокой мощности, это приводит к дополнительным затратам и демонтажу установленных генераторных агрегатов. С другой стороны, основным потребителем всех переоборудуемых судовых систем является электрическая машина, ее особенностью является потребление высоких пусковых токов, и генераторные агрегаты должны обеспечить пусковой режим таких потребителей.

На рынке существуют системы автоматического контроля. Но они имеют целый ряд недостатков, такие как:

- зависимость от окружающей среды;
- высокие массогабаритные показатели;
- высокая ненадежность.

Решением данной проблемы будет внедрение современных технологий, изображенное на примере разработанного устройства, представленного на рисунке 2.

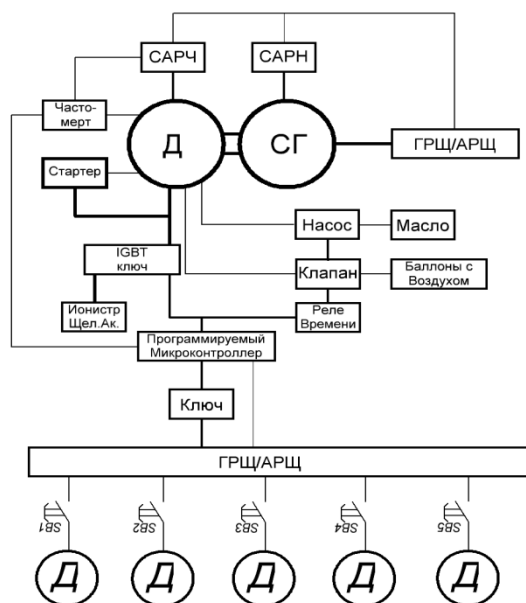


Рис. 2. Модернизация аварийных и штатных систем:
 Д – дизель, СГ – синхронный генератор, ГРЩ/АРЩ – главный/аварийный распределительный щит,
 САРЧ – система автоматического регулирования частоты вращения,
 САРН – система автоматического регулирования напряжения

Модернизация системы заключается во внедрении интегральных систем управления процессом запуска ДГА путем подключения источника нового поколения высокой удельной мощности через управляемые ключи с изолированным затвором.

Математическое описание системы запуска [1]:

$$I = \frac{Q}{t} = \frac{C \cdot U}{t}, \quad (1)$$

$$W = \frac{C \cdot U^2}{2}, \quad (2)$$

где I – пусковая сила тока; Q – заряд; C – емкость; t – время; W – мощность.

Устройство работает следующим образом.

При изменении напряжения в сети программируемый контроллер включает реле времени и IGBT-ключ. Реле в свою очередь открывает клапан, пускающий воздух для прочистки двигателя, и включает насос для прокачки масла через систему. Ключ включает в сеть источник питания, который в свою очередь питает ДГА. Если после пуска системы запуск не осуществился по каким-либо причинам, то показание частотомера сообщают микроконтроллеру повторить процедуру запуска. После третьей попытки запуска система автоматически включает ревуна, который сообщает о неисправности системы [3].

Преимущества:

- меньшая зависимость от окружающей среды;
- повышение отказоустойчивости;
- низкие затраты на модернизацию существующего оборудования.

На сегодняшний день в результате научно-технического прогресса возникают источники питания нового поколения, а также совершенствуются существующие. Тенденция развития электронной промышленности улучшает качественные характеристики энергообъектов, поэтому целесообразна и необходима модернизация всех электроэнергетических систем в системах управления, в которых участвуют электронные приборы.

Литература

1. Труднев С.Ю. Внедрение альтернативных источников электрической энергии в судовые электроэнергетические системы / С.Ю. Труднев, А.А. Марченко // Сборник докладов 62-й Международной молодежной научно-технической конференции «Молодежь, наука, инновации», (15–18 марта 2011 г.). – (18–25 ноября 2014 г.). – Владивосток: Мор. гос. ун-т, 2014. – С. 49–52.
2. Труднев С.Ю. Разработка устройства запуска ДВС в тяжелых климатических условиях на основе ионистора / С.Ю. Труднев, Д.С. Кротенко // Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промышленное и техническое использование: V Всерос. науч.-практ. конф. (25–27 марта 2014 г.). – Петропавловск-Камчатский, 2014. – С. 145–147.
3. Правила классификации и постройки морских судов. – СПб.: Транспорт, 2010. – 280 с.

УДК: 597.551.4:591.436.2

А.В. Пирог, О.В. Ложниченко

ФГБОУ Астраханский государственный технический университет,
Астрахань,
e-mail: lojnichenko@rambler.ru

МОРФОФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ПЕЧЕНИ КЛАРИЕВЫХ СОМОВ

В статье изложены результаты гистологического исследования печени самцов и самок Клариевых сомов (Clariidae) нильского клария, или шармута (*Clarias arguuiaris*). Описаны морфологические особенно-

сти строения печени производителей клариевых сомов. Выявлены некоторые изменения печени, не характерные для нормального функционирования. Так, для гепатоцитов и их ядер был характерен полиморфизм. Выявлены некротические изменения и нарушения микроциркуляции крови.

Ключевые слова: клариевый сом (Clariidae), печень, гепатоциты, кровеносные капилляры, гемосидерин, жировая дистрофия, гемоглобин.

A.V. Pirog, O.V. Lozhnichenko

*Astrakhan State Technical University, Astrakhan,
e-mail: lozhnichenko@rambler.ru*

MORPHOFUNCTIONAL FEATURES OF CLARIAS CATFISH LIVER

The results of histological examination of Clariids Catfish males and females liver were presented. The morphological features of Clariids Catfish liver structure were described. Some changes in the liver which are not typical for the normal functioning were discovered. Thus, hepatocytes and their nucleus were characterized with bypolymorphism. The necrotic changes and disturbances of microcirculation were revealed.

Key words: Clariids Catfish, liver, hepatocytes, blood capillaries, hemosiderin, fatty degeneration, hemoglobin.

Клариевый сом (Clariidae) – традиционный объект тепловодной аквакультуры в тропических странах стал объектом культивирования в России относительно недавно – около 10 лет назад. Биологические особенности африканского клариевого сома делают его одним из перспективных рыб культивирования в УЗВ, бассейновых и садковых хозяйствах, в том числе и в условиях Краснодарского края [1]. Кроме того, кларияс представляет интерес и как экспериментальный объект. Неприхотливость и доступность этой рыбы позволили западно-европейским биологам выполнить большой объем эндокринологических и физиологических ее исследований [2].

В естественных условиях обитания (Индонезия) сом – хищник. В связи с этим при искусственном выращивании темп его роста пропорционален количеству поступающего протеина за счет повышения в комбикорме веществ животного происхождения. При искусственном кормлении рыб печень, наряду с другими показателями, является индикатором сбалансированности кормов и физиологического состояния объектов выращивания. В связи с малоизученностью гистологической структуры печени актуальны исследования формирования особенностей печени клариевых сомов в условиях установки замкнутого водоснабжения (УЗВ).

Целью работы явился анализ развития и формирования основного органа системы пищеварения – печени клариевых сомов – при искусственном воспроизводстве.

Работа выполнена на кафедре гидробиологии и общей экологии Астраханского государственного технического университета и Темрюкского филиала АГТУ. Сбор материала производили на базе ООО «РЭНТОП-Агро-5» (Краснодарский край). Производители клариевых сомов выдерживались в бассейнах до 5-й стадии зрелости половых продуктов. Для проведения морфологического анализа печени были взяты половозрелые самцы и самки. Материал обрабатывался стандартными методами [3]. Для изучения строения органов парафиновые блоки нарезали на санном микротоме. Толщина срезов 5–7 микрон. Окрашивали препараты гематоксилин-эозином. Фотографии срезов были получены при помощи микроскопа Микмед 6 с цифровой камерой для визуализации и компьютерного анализа.

Печень самок и самцов клариевых сомов представляла собой компактный, крупный орган, структура которого была хорошо выражена, но имелись небольшие участки с дисконкомплексацией печеночных пластинок. Гистологический анализ структуры печени самок и самцов клариевых сомов показал, что паренхима исследуемого органа была образована анастомозирующими и переплетающимися трабекулами с довольно узким центральным просветом. Ядра в гепатоцитах были смещены к периферии. Для ядер в клетках печени был характерен полиморфизм. На срезах препаратов печени встречались ядра различных размеров от крупных светлоокрашенных, без

ядрышек и по периферии расположенным хроматином, до небольших темных клеток, в которых ядрышки не просматривались. Гепатоциты были заполнены жировыми вакуолями разных размеров (рис. 1). Контуры самих клеток печени не на всех участках имели четкие границы. Межклеточные пространства были расширены.

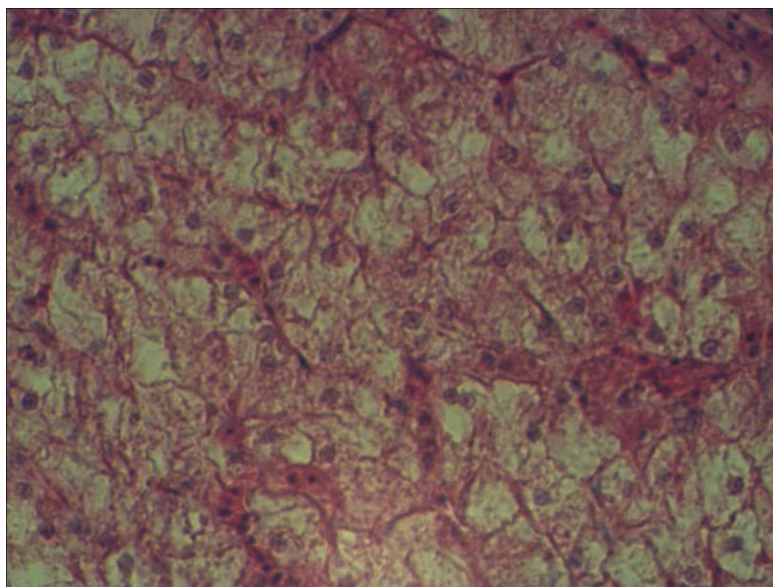


Рис. 1. Печень самца клариевого сома. Окраска гематоксилин-эозин: гепатоциты; ядра гепатоцитов; жировые вакуоли; безъядерные гепатоциты (ув. 400)

Наличие зернистости и жировых включений в цитоплазме клеток связано с участием органа в метаболизме жиров, т.е. гепатоциты склонны к накоплению в цитоплазме мелких жировых капель. Как правило, первоначально в структуре клетки появляются мелкие капли жира, затем они увеличиваются и могут занимать всю цитоплазму, что приводит к смещению ядра к периферии. Появление и рост капель жира в структуре гепатоцитов приводит к появлению жировой дистрофии. Следует отметить, что различных размеров жировые включения в печени были характерны и для самок, и для самцов.

Среди клеток печени были обнаружены небольшие скопления эритроцитов и макрофаги, содержавшие в своей цитоплазме глыбки пигмента, возможно, гемосидерина, т.е. их цитоплазма накапливала вещество, имеющее черную окраску (рис. 2). Контуры таких клеток и их ядра были трудно различимы. Чаще всего скопления макрофагов встречались вблизи кровеносных сосудов.

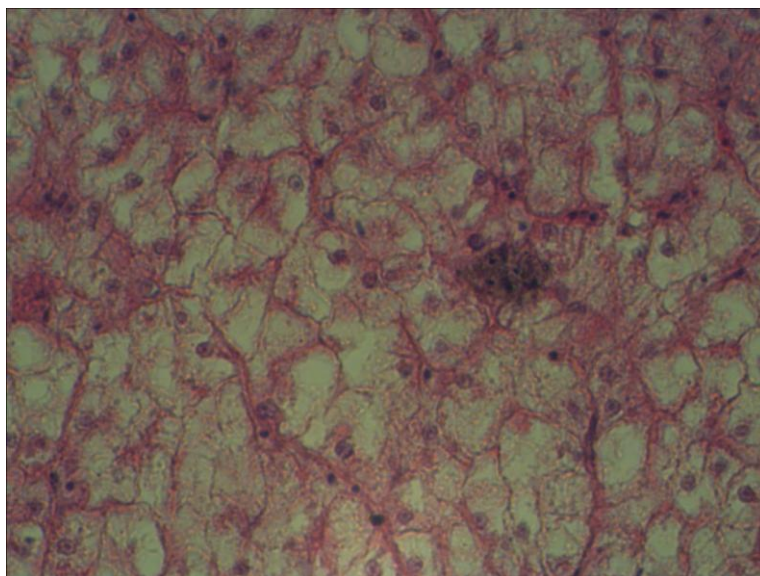


Рис. 2. Печень самки клариевого сома. Окраска гематоксилин-эозин: гепатоциты; ядра гепатоцитов; гемосидерин; жировые вакуоли (ув. 400)

На гистологических срезах печени самок и самцов кровеносные капилляры были расширены и переполнены форменными элементами крови. Также встречалось значительное количество клеток крови в виде расширения и полнокровия капилляров под оболочкой печени. Налицо было проявление нарушения микроциркуляции крови. Многочисленные переполненные кровью и расширенные капилляры встречались на всей площади среза. На срезах местами были отмечены небольшие кровоизлияния, очаги некроза различных размеров от небольших локальных, до массивов, занимающих значительные объемы органа. Вокруг крупных сосудов выявлялись очаги лимфолейкоцитарной инфильтрации.

На основании вышесказанного можно заключить, что условия содержания и кормления производителей клариевых сомов на заводе были удовлетворительными, но требовали корректировки. Полный анализ гистологической структуры печени сома позволить не только дополнить данные по биологии и экологии рыб, но и проанализировать условия содержания рыб и выполнить коррекцию рецептуры корма.

Литература

1. *Подушка С.Б.* Клариевый сом и его использование в рыбоводстве // Состояние и перспективы развития фермерского рыбоводства аридной зоны: Тезисы докладов международной научной конференции (6–8 июня 2006 г., Азов). – Ростов/н/Д., 2006. – С. 71–74.
2. *Власов В.А.* Выращивание клариевого сома (*Clarias gariepinus burchell*) при различных условиях содержания и кормления // Рыбоводство и рыбное хозяйство. – 2014. – № 5. – С. 23–31.
3. *Волкова О.В.* Основы гистологии с гистологической техникой [Текст] / О.В. Волкова, Ю.К. Елецкий. – М.: Медицина, 1989. – 234 с.

УДК 639.2.081.117.21

Д.В. Савотин

*Керченский морской технологический университет,
Республика Крым, Керчь, 298309
Scheffield@yandex.ru*

ПРОСТРАНСТВЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТРАЛОВОЙ СИСТЕМЫ ПРИ СТАЦИОНАРНОМ ДВИЖЕНИИ

Математическое моделирование траловой системы является хорошим инструментом для оценки ее конфигурации при заданной скорости буксировки, что значительно упростит проектирование новых тралов. На основе анализа существующих расчетных схем и математических моделей конфигурации трала при установившемся движении в воде предложена новая пространственная расчетная схема. Отличительной чертой являются схематизация канатно-сетной оболочки четырьмя образующими вместо привычных топенантов, раздельное изображение кабелей и голых концов, отделение основных подбор от сборочных и приложение к устью сил натяжения канатно-сетной части и тралового мешка вместо сил их сопротивления. При этом силы направлены вдоль образующих оболочки, а не горизонтально. Соответственно, при разложении этих сил по координатным осям получаем составляющие, направленные к центру оболочки и уменьшающие раскрытие устья. Математическая модель предполагает решение численными методами при помощи итерационных вычислений. Алгоритм вычислений включает несколько вложенных циклов определения параметров раскрытия в проекции на диаметральной плоскости и проверку решения по критерию моментного равновесия всей системы относительно траловых досок. В математической модели реализовано условие взаимной зависимости вертикального и горизонтального раскрытий устья трала.

Ключевые слова: устье трала, моделирование траловой системы, расчетная схема.

D.V. Savotin

Kerch State Maritime Technological University,
Kerch, 298309
Scheffield@yandex.ru

THREE-DIMENSIONAL MODELING OF TRAWL SYSTEMS AT STATIONARY MOVEMENT

Mathematical modeling of the trawl system is a good tool for assessing its configuration at a given towing speed that will greatly simplify designing of new trawls. Based on the analysis of existing computation schemes and mathematical models of the trawl configuration at the steady state motion in the water, a new three-dimensional design scheme is proposed. Its distinctive features are the net and ropes shell formed of four generators lines instead of span rope, and separated drawing of cables and legs. The forces of the net and ropes part and trawl bag tension instead of the strength of their resistance is applicated to the trawl mouth. Decompositing of these forces on coordinate axes, gives us the components directed to the center of the netshell, and reduces mouth disclosure. The mathematical model involves the solution by numerical methods using iterative calculations. The computation algorithm consists of several nested loops define the disclosure of projections on the median plane and checking the solution according to the criterion of the torque equilibrium of the entire system relative to the trawl doors. In the mathematical model implemented by the mutual dependence of vertical and horizontal openings of the mouth of the trawl

Key words: the mouth of the trawl, modeling trawl system, design scheme.

Проектирование тралов, как и любой конструкции, значительно упрощается при наличии математической модели описывающей его рабочую форму при буксировке в воде. Моделированию тралов посвящены работы многих ученых [1–3, 5–7]. Выделим из них лишь модели с пространственным изображением тралов, поскольку в них возможно наиболее полно учесть взаимодействие внешних сил и сил реакции как в вертикальной, так и в горизонтальной плоскости.

А.В. Дверник и Г.Н. Долин [1] предложили пространственную схему, в соответствии с которой устьевая часть пелагического трала изображена четырьмя подборками, к краям которых приложены раскрывающие силы от траловых досок, гидродинамических щитков и грузов-углубителей. При дальнейшем построении математической модели к этим же точкам были присоединены топенанты, что значительно не совпадает с конструкцией трала.

В.И. Габрюк [2] применил более точное изображение трала в проекциях. При этом он повторил неоправданное упрощение, предполагающее объединение кабельной оснастки с голыми концами, а также полностью исключил из рассмотрения сборочные подборки.

Некоторыми учеными [3–5] прорабатывается расчетная схема, предполагающая приложение к устью трала безразмерных сил, определяющихся соотношением соответствующих распорных сил к суммарному сопротивлению трала и оснастки. При этом устье трала считается эллипсом, несмотря на значительную разницу между раскрывающими силами, действующими на верхнюю и нижнюю подборки, а также не учитывается удаление траловых досок от устья.

Значительного числа указанных недостатков лишены математические модели, предложенные В.П. Карпенко [6]. Они основаны на пространственных схемах, в которых реализовано условие взаимосвязанности вертикального и горизонтального раскрытий устья трала.

Как развитие идей В.П. Карпенко предлагается расчетная схема [7], представленная на рис. 1. Кабели и голые концы подбор изображены отдельно, основные подборки отделены от сборочных. На систему действуют: P_{II} – подъемная сила оснастки верхней подборки, R_{II} – сила сопротивления оснастки верхней подборки, P_H – потопляющая сила оснастки верхней подборки, R_H – сила сопротивления оснастки нижней подборки, G_T – вес углубителя, G_D – вес траловой доски, R_M – сила сопротивления мешка трала, R_T – сила сопротивления канатно-сетной оболочки трала, R_{UD} – распорная сила траловой доски, R_{XD} – сила сопротивления траловой доски.

Передняя часть трала представлена верхней подборкой $B_B C_B B'_B$, нижней – $B_H C_H B'_H$ и двумя боковыми – $L_B E L_H$. Сборочные подборки не учитываются.

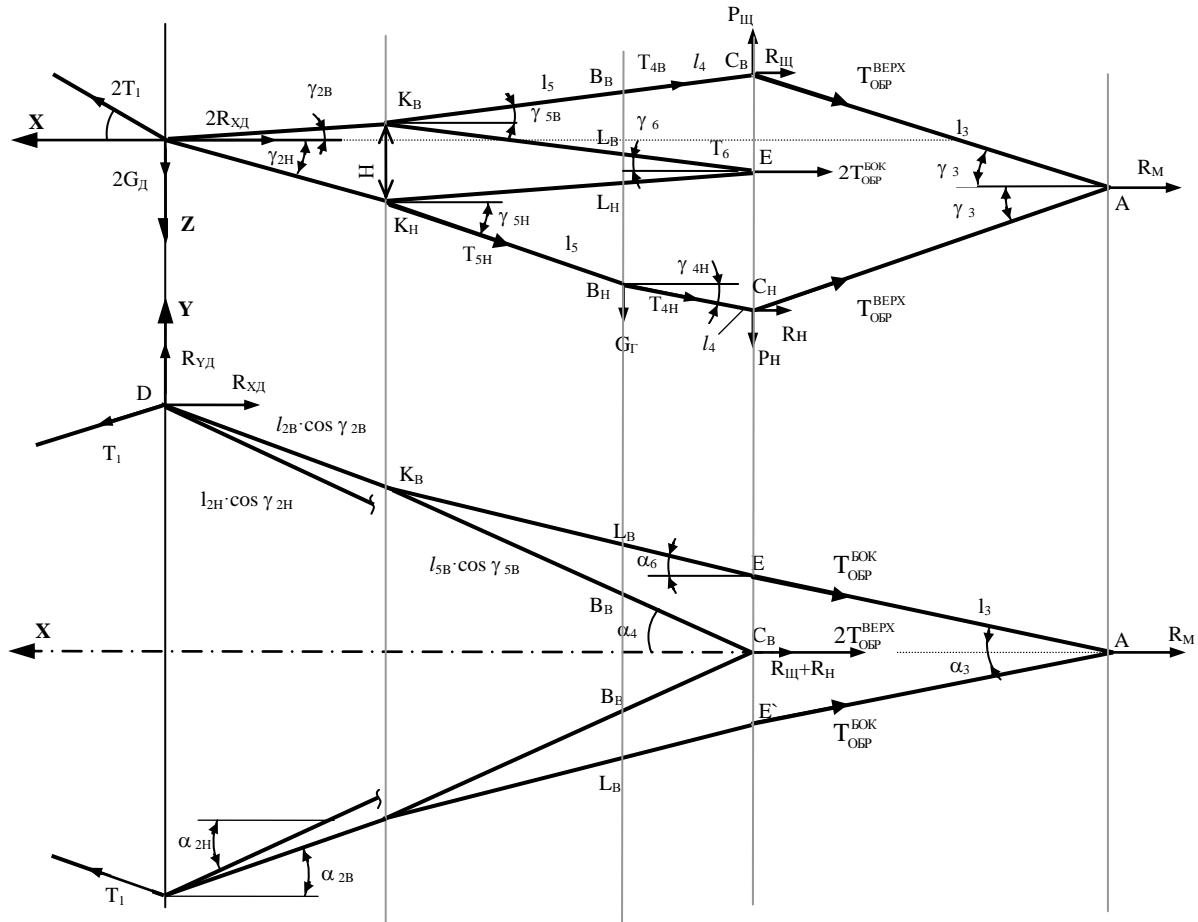


Рис. 1. Расчетная схема задачи раскрытия трала

В схеме к устью трала приложены силы натяжения канатно-сетной части и тралового мешка вместо сил их сопротивления. В этом случае направления сил определяются по проекциям натяжений на диаметральной плоскость – углами γ_i , на горизонтальную плоскость – углами α_i . Силы натяжения $T_{OБP}^i$, определяемые по формулам (1), направлены вдоль образующих $C_B A$, $C_H A$ с углами атаки γ_3 и $E A$, $E' A$ с углами атаки α_3 .

$$T_{OБP}^{BEPX} = \frac{P_T \cdot 0,5 + P_M}{\cos(\alpha_3)}, \quad T_{OБP}^{BOK} = \frac{(R_T \cdot 0,5 + R_M)}{\cos(\gamma_3)}. \quad (1)$$

Соответственно, при разложении этих сил по координатным осям получаем составляющие, направленные к центру оболочки и закрывающие устье. Таким образом, в схеме имитируются силы, уменьшающие поперечное сечение устья при продольном натяжении ячей.

Натяжение в верхней подборе T_{4B} и в нижней подборе T_{4H} определим с учетом стягивающих сил образующихся в канатно-сетной оболочке:

$$T_{4B} = \arctg \frac{(P_{II} - 0,25 \cdot (R_T + R_M) \cdot \operatorname{tg}(\gamma_3))}{\sin(\gamma_{5B}) \cdot \cos(\alpha_{4B})}, \quad (2)$$

$$T_{4H} = \arctg \frac{(P_{II} - 0,25 \cdot (R_T + R_M) \cdot \operatorname{tg}(\gamma_3))}{\sin(\gamma_{4H}) \cdot \cos(\alpha_4)}. \quad (3)$$

Соответственно углы атаки этих элементов:

$$\gamma_{4B} = \arctg \frac{P_{II} - 0,25 \cdot (R_T + R_M) \cdot \operatorname{tg}(\gamma_3)}{R_{II} + 0,25(R_T + R_M)}, \quad (4)$$

$$\gamma_{4H} = \arctg \frac{P_H - 0,25 \cdot (R_T + R_M) \cdot \operatorname{tg}(\gamma_3)}{0,25(R_T + R_M)} . \quad (5)$$

Крепление грузов к голым концам нижней подборы создает угол наклона нижнего кабеля:

$$\gamma_{5H} = \arctg \frac{2 \cdot G_T + P_H - 0,25 \cdot (R_T + R_M) \cdot \operatorname{tg}(\gamma_3)}{0,25(R_T + R_M)} , \quad (6)$$

и, соответственно, натяжение нижнего кабеля:

$$T_{5H} = \arctg \frac{\left(\frac{(l_4 + l_5) \cdot G_T}{l_4} + P_H - 0,25 \cdot (R_T + R_M) \cdot \operatorname{tg}(\gamma_3) \right)}{\sin(\gamma_{5H}) \cdot \cos(\alpha_{4H})} , \quad (7)$$

где l_4 – длина верхней подборы с голым концом, l_5 – длина кабеля.

Натяжение в боковых подборах определяется приложенных сил сопротивления боковых пластей канатно-сетной оболочки, считая, что углы атаки боковых подбор равны γ_6 :

$$T_6 = \frac{0,25 \cdot R_T}{\cos(\gamma_6)} , \quad (8)$$

$$\gamma_6 = \arcsin \frac{Y_E}{(l_6 + l_5) \cdot \cos(\alpha_3)} , \quad (9)$$

где Y_E – координата точки E, определяющая горизонтальное раскрытие устья, l_6 – длина боковых подбор с голыми концами.

Теперь можно определить вертикальные углы атаки кабелей, необходимые для проверки замкнутости контуров в проекции на диаметрально плоскость:

$$\gamma_{2B} = \arctg \frac{T_{5B} \cdot \sin(\gamma_{5B}) - T_6 \cdot \sin(\gamma_6)}{T_{5B} \cdot \cos(\gamma_{5B}) - T_6 \cdot \cos(\gamma_6)} , \quad (10)$$

$$\gamma_{2H} = \arctg \frac{T_{5H} \cdot \sin(\gamma_{5H}) - T_6 \cdot \sin(\gamma_6)}{T_{5H} \cdot \cos(\gamma_{5H}) - T_6 \cdot \cos(\gamma_6)} . \quad (11)$$

Из проекции на горизонтальную плоскость определим углы раскрытия подбор:

$$\alpha_{4B} = \arcsin \frac{l_3 - l_6 + (l_5 - l_6) \cdot \cos(\gamma_{6B}) \cdot \sin(\alpha_3)}{(l_4 + l_5) \cdot \cos(\gamma_{5B})} , \quad (12)$$

$$\alpha_{4H} = \arcsin \frac{l_3 - l_6 + (l_5 - l_6) \cdot \cos(\gamma_{6H}) \cdot \sin(\alpha_3)}{(l_4 + l_5) \cdot \cos(\gamma_{5H})} , \quad (13)$$

где l_3 – длина образующих.

При правильном решении должно выполняться равенство расстояния между концами кабелей, вычисленное по формулам (14) и (15):

$$K_B K_H = l_3 \cdot \sin(\gamma_3) + l_3 \cdot \sin(\gamma_3) - [(l_5 + l_4) \cdot \cos(\alpha_{4B}) \cdot \sin(\gamma_{5B}) + l_5 \cdot \cos(\alpha_{4H}) \cdot \sin(\gamma_{5H}) + l_4 \cdot \cos(\alpha_{4H}) \cdot \sin(\gamma_{4H})] , \quad (14)$$

$$H = l_{2B} \cdot \cos(\alpha_{2B}) \cdot \sin(\gamma_{2B}) + l_{2H} \cdot \cos(\alpha_{2H}) \cdot \sin(\gamma_{2H}) , \quad (15)$$

где l_{2B} , α_{2H} и γ_{2H} – длина и углы ориентации верхнего кабеля, l_{2H} , α_{2H} и γ_{2H} – то же для нижнего кабеля.

К нижнему концу ваера приложены силы натяжения кабелей, которые обозначим равнодействующей T_2 , причем

$$T_{2Y} = T_{4H} \cdot \sin(\alpha_{4H}) \cdot \cos(\gamma_{4H}) + T_{4B} \cdot \sin(\alpha_{4B}) \cdot \cos(\gamma_{4B}), \quad (16)$$

$$T_{2X} = T_{4B} \cdot \cos(\alpha_{4B}) \cdot \cos(\gamma_{4B}) + T_{4H} \cdot \cos(\alpha_{4H}) \cdot \cos(\gamma_{4H}), \quad (17)$$

$$T_{2Z} = G_{\Gamma} + \frac{(P_H - P_{\Pi})}{2}. \quad (18)$$

Алгоритм решения, представленный на рис. 2, основан на итерационном расчете горизонтального раскрытия системы с вложенными циклами определения параметров раскрытия в проекции на диаметральную плоскость и проверкой решения по критерию моментного равновесия системы относительно судна.

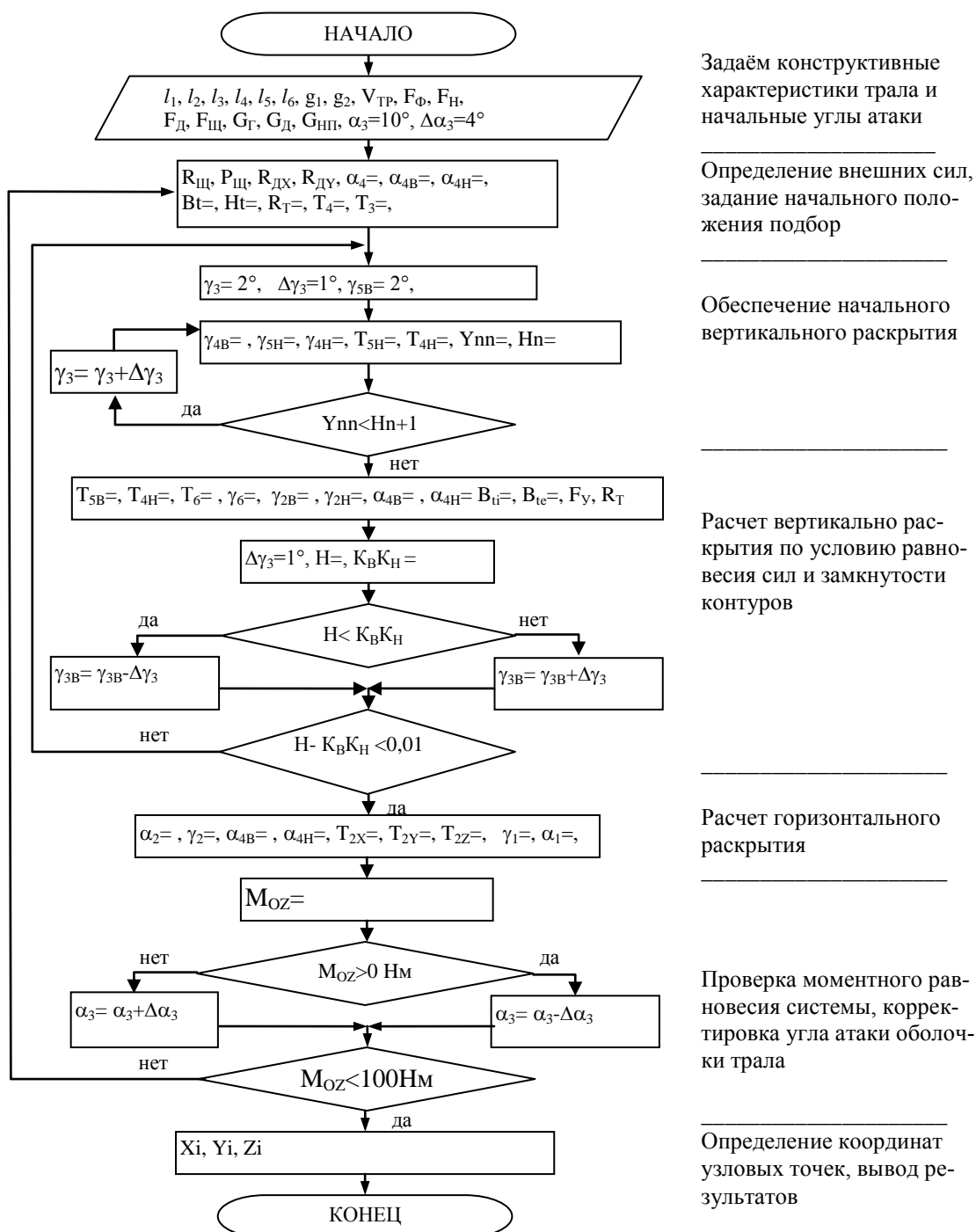


Рис. 2. Блок-схема определения пространственной формы тросовой системы

Определение горизонтального раскрытия производится только после достижения равновесного состояния по вертикальному раскрытию. Таким образом, в данной математической модели реализовано условие взаимной зависимости вертикального и горизонтального раскрытий устья трала.

Рассчитанная форма траловой системы проверяется по условию равенства нулю суммарного момента сил, удерживающих трал на постоянном горизонте:

$$M_{oz} := (R_{Yd} - T_{2Y}) \cdot X_d - (R_{Xd} + 0,5 \cdot R_{1X} + T_{2X}) \cdot Y_d \quad (19)$$

где X_d и Y_d – координаты траловых досок, R_{1X} – гидродинамическое сопротивление ваеров.

В ходе программирования было выявлено стремление оболочки трала «сложиться» при недостаточном предварительном значении угла раскрытия γ_3 . Для исключения такой возможности, был добавлен цикл с пошаговым увеличением угла γ_3 до уровня, при котором вертикальное раскрытие устья, вычисленное по ломаной $S_{BK_EK_HC_H}$ (Y_{nn}) и вычисленное по ломаной S_{BAC_H} (H_n), отличаются не более чем на 1 метр. При выполнении этого условия в дальнейшем обеспечивается устойчивость расчетов. Программа написана на языке программирования Borland Pascal, отлажена и показала отличную стабильность результатов.

Исходными данными для расчета, кроме уже описанных, являются: масса одного метра ваера – g_1 , и кабеля – g_2 , скорость траления – V_{TR} , фиктивная площадь трала – F_ϕ , площадь нитей трала – F_H , площадь траловой доски – F_D , площадь гидродинамических щитков – $F_{Щ}$.

Как результат расчета мы будем иметь данные о форме и ориентации следующих элементов трала: верхней, нижней и боковых подбор, голых концов, образующих канатно-сетной оболочки, тралового мешка, кабельной оснастки и траловых досок.

Литература

1. Дверник А.В., Долин Г.М. Расчетные схемы для определения сил оснастки пелагического трала Труды КТИРПХ. – Калининград: КТИРПХ, 1975. – № 57. – С. 84–91.
2. Габрюк В.И. Параметры разноглубинных тралов. – М.: Агропромиздат, 1988. – 214 с.
3. Козлов А.А. Математическая модель устьевой части разноглубинного трала для промышленного тренажера // Управление безопасностью мореплавания и подготовка морских специалистов: Материалы 2-й международной конференции и совещания Госкомрыболовства России с начальниками Госадминистратий морских рыбных портов по безопасности мореплавания. – Калининград, 2000. – С. 387–388.
4. Недоступ А.А. Методы расчета сетных активных орудий прибрежного и океанического рыболовства. Методы расчета донных и разноглубинных тралов: Монография. – Калининград: Изд-во ФГБОУ ВПО «КГТУ», 2011. – 185 с.
5. Розенштейн М.М. Механика орудий рыболовства. – Калининград: КГТУ, 2000. – 363 с.
6. Карпенко В.П. Основы теории и расчета устройств раскрытия траловых систем. – Керчь: КМТИ: Дис...д-ра техн. наук, 1996. – 360 с.
7. Савотин Д.В. Совершенствование расчетной схемы и математической модели раскрытия и конфигурации траловой системы // Рыбное хозяйство Украины. Спец. выпуск. – 2002. – № 7. – С. 44–46.

УДК 595.384.12(265.51)"2014.10"

А.С. Соколов

*Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «ТИНРО-Центр»
Владивосток, 690091
e-mail: fedotovbash57@mail.ru*

**БИОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ПРОМЫСЛОВЫХ КРЕВЕТОК РОДА PANDALUS
В ИЭЗ ЗАПАДНО-БЕРИНГОВОМОРСКОЙ ЗОНЫ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ДОННОЙ
ТРАЛОВОЙ СЪЕМКИ, ВЫПОЛНЕННОЙ ФГУП «ТИНРО-ЦЕНТР»
(ОКТАБРЬ 2014 Г., НИС «ТИНРО»)**

Рассмотрено биологическое состояние и оценен запас промысловых видов креветок рода *Pandalus* в ИЭЗ Западно-Берингоморской зоны по результатам донной траловой съемки, выполненной ФГУП «ТИНРО-Центр» (октябрь 2014 г., НИС «ТИНРО»).

Ключевые слова: Западно-Берингоморская зона, *Pandalus*, биологическое состояние, запас.

A.S. Sokolov

*Federal State Scientific Institution «TINRO-Center»
Vladivostok, 690091
e-mail: fedotovbash57@mail.ru*

**THE BIOLOGICAL STATE OF COMMERCIAL SHRIMPS OF THE GENUS PANDALUS
IN THE EEZ OF THE WEST BERING SEA ZONE IN THE BOTTOM TRAWL
SURVEYS CARRIED OUT BY THE FSUE "TINRO-CENTER"
(OCTOBER 2014, RV "TINRO")**

The biological status was presented and the stock of commercial species of shrimp of the genus *Pandalus* in IEZ West Bering sea zone in the bottom trawl surveys performed FGUP "TINRO-Center" was estimated (October 2014, NRS «TINRO»).

Key words: west Bering Sea zone, *Pandalus*, biological condition, stock.

В результате систематических исследований, проведенных ФГУП «ТИНРО-Центр» и региональными рыбохозяйственными институтами, в последние годы (с 1986 по 2014 гг.) получены обширные представления о биологических ресурсах промысловых видов креветок, составляющих основу сырьевой базы рыбной отрасли в дальневосточных морях России.

Формирование объемов квот, позволяющих учитывать состояние запасов креветок в том или ином регионе исследуемых морей, зависит, прежде всего, от состояния промысловых запасов объектов, выраженных в прогнозе через ОДУ, а также от динамики вылова в этих районах. Кроме того, эти данные позволяют определять основные и второстепенные объекты промысла в том или ином регионе.

Непосредственный анализ промысла того или иного промыслового вида, в частности за 2014 г. (по сведениям системы «Рыболовство», представленном Камчатским филиалом ФГБУ «Центр системы мониторинга рыболовства и связи»), позволяет заранее планировать районы проведения исследований в районах наиболее интенсивного промысла объекта.

В связи с этим мониторинговые научные исследования в пределах исследуемых акваторий имеют решающее значение для контроля за состоянием популяций этих ценных гидробионтов, а также позволяют дополнять знания в области экологии и биологии промысловых видов, состояния их запасов, динамики численности и получения данных к формированию прогнозов их вылова.

Для оценки промыслового запаса популяций креветок пандалид использованы данные донной траловой съемки (50 учетных станций), выполненной ФГУП «ТИНРО-Центр» (октябрь 2014 г., НИС «ТИНРО») в ИЭЗ Западно-Беринговоморской зоны (Олюторско-Наваринский район) на глубинах от 37 до 447 м (рис. 1). Олюторско-Наваринском район с севера был ограничен террводами, с запада и востока – мысами Олюторский и Наварин. В данном районе выделялось 2 участка: 1 – коряжский район: 171°44' – 176°00' в.д.; 2 – наваринский район: 176°00' в.д. и 62°05' с.ш. и разделительной линией РФ и США.

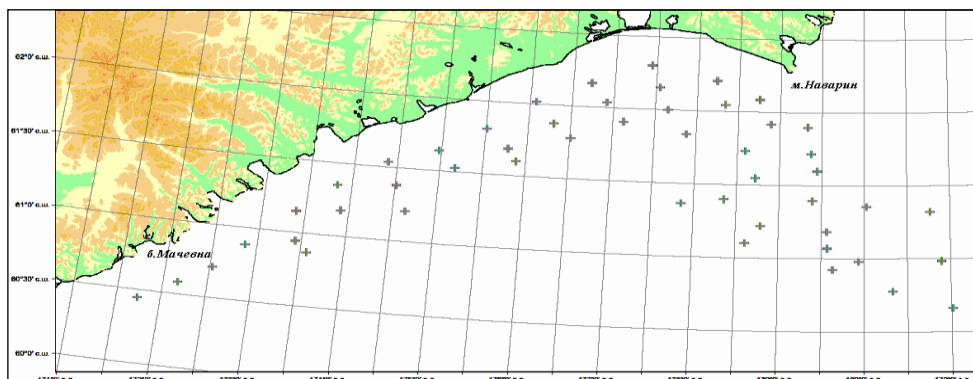


Рис. 1. Схема учетной донной траловой съемки, выполненной в ИЭЗ Западно-Беринговоморской зоны в октябре 2014 г.

При проведении съемки использовали донный трал № 27,1/24,4 м с вертикальным раскрытием – 3–4 м и горизонтальным раскрытием – 16 м. Нижняя подбора была оснащена двойным набором якорных цепей (150 кг) на 10 см поводках, верхняя подбора была оснащена 30 кухтылями. В качестве грузов-углубителей применена якорная цепь – по 50 кг. Кутцевая часть оснащена мелкоячеистой вставкой с ячейей 10 мм. Скорость траления изменялась в пределах 2,2–3,3 узлов в зависимости от ветра, волнения, течений, состояния грунтов и в среднем составляла 2,7 узла.

Сбор и обработка первичной информации осуществлялась по стандартной методике [1].

Весь улов разбирали по видам и взвешивали (подсчитывали) для определения видового состава в весовом и/или численном виде. Определение видов креветок проводилось по определителям Л.Г. Виноградова и А.Г. Слизкина [2]. При большом улове брали часть с учетом кратности, остальную часть улова осматривали на предмет наличия редких (для данного улова) видов. Определение пола производили на основе морфологических признаков – по строению эндоподитов 1-й и 2-й пары плеопод. Выделяли следующие группы – самцы (M), самки (F), переходные особи. Самки подразделяли на следующие стадии нерестового цикла: с внутренней икрой (IV1, IV2, IV3 – последовательность по степени развития), с новой наружной икрой (IZ), икрой в стадии начального глазка (NG), с икрой на стадии глазка (IG), самки на стадии выклева личинок (VL), самки, выпустившие личинок, с волосками на плеоподах (LV), самки, перелинявшие после выпуска личинок, но еще не имеющие внутренней икры, межнерестовая стадия (BI). Стадию личиночного цикла оценивали по 3-балльной шкале: 0, 1 и 2 балла (последовательность по степени возрастания прочности панциря). Индивидуальное взвешивание креветок осуществлялось на рычажных весах с точностью до 0,5 г, мелких особей массой менее 2-3 г на чашечных весах с точностью до 0,2 г. Длину тела и карапакса измеряли штангенциркулем с точностью до 1 мм [3].

Построение карт пространственного распределения креветок и расчет их ресурсов выполняли с применением компьютерных программ "КартМастер v.3.1" (методом сплайн-аппроксимации).

Объем собранных материалов по креветкам на биоанализ представлен в табл. 1.

Таблица 1

Объем материала по креветкам пандалидам, собранного в Беринговом море в октябре 2014 г.

| Семейство | Вид | Биоанализ, экз |
|-------------------|--------------------------|----------------|
| <i>Pandalidae</i> | <i>Pandalus goniurus</i> | 551/76692 |
| | <i>Pandalus borealis</i> | 300/4977 |
| | <i>Pandalus tridens</i> | 17/17 |
| Итого: | | 868/81686 |

Углохвостая креветка – *Pandalus goniurus*

Углохвостая креветка является типичным обитателем шельфовой зоны. В период работ встречалась во всех исследованных районах в интервале глубин от 38 до 161 м. Как видно из рис. 2, основное скопление находилось в Наваринском п/районе, на участке с координатами 61°35' – 62°22' с.ш. и 176°31' – 178°53' в.д., глубины от 38 до 161 м. У данного вида наблюдалась самая высокая частота встречаемости (54,17%) и общая биомасса в 29,440 тыс. т, уловы достигали 181 кг на получасовое траление, максимальная плотность 12110 кг/кв. км. На Корякском шельфе скоплений не отмечено.

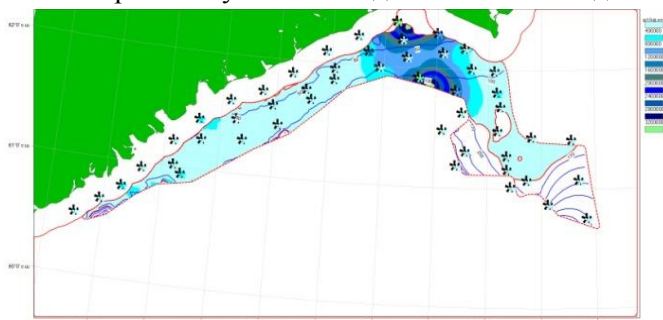


Рис. 2. Пространственное распределение углохвостой креветки (шт/км²) в северо-западной части Берингова моря в октябре 2014 г.

В 2014 г. максимальный размер самок составил 92 мм, размеры самцов варьировали в пределах 46 – 70 мм, переходных особей – 45 – 75 мм, самок – 57 – 92 мм. Средний размер креветок был равен 72,0±0,11 мм. Размерный ряд углохвостой креветки северо-западной части Берингова моря представлен на рисунке 3.

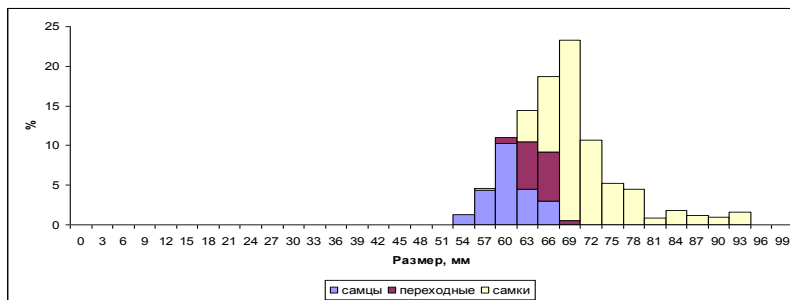


Рис. 3. Размерный состав углохвостой креветки в северо-западной части Берингова моря в октябре 2014 г.

Размерные характеристики углохвостой креветки приведены в таблице 2.

Таблица 2

Размерные характеристики углохвостой креветки в северо-западной части Берингова моря в октябре 2012 г.

| Показатель | Самки | Самцы | Переходные | Всего |
|------------|-------|-------|------------|-------|
| N, экз. | 332 | 117 | 102 | 551 |
| % | 60,25 | 21,23 | 18,52 | 100 |
| Мин. | 57 | 46 | 45 | 45 |
| Макс. | 92 | 70 | 75 | 92 |
| Хср. | 72,0 | 60,3 | 63,9 | 68,0 |

Средний вес креветок в уловах составлял 3,4 г, максимальный – 6,3 г.

В период исследований в популяции углохвостой креветки активно шли процесс вынашивания икры. Подавляющее большинство самок имели хорошо развитую наружную икру – 67,9% (табл. 3, рис. 4).

Таблица 3

Биологическое состояние самок углохвостой креветки в северо-западной части Берингова моря в октябре 2014 г.

| Стадии самок, % | | | | | |
|-----------------|------|-------|-------|-------|------|
| bi | iv2 | iv3 | iz | ig | lv |
| 0,08 | 3,56 | 14,13 | 67,90 | 14,32 | 0,01 |

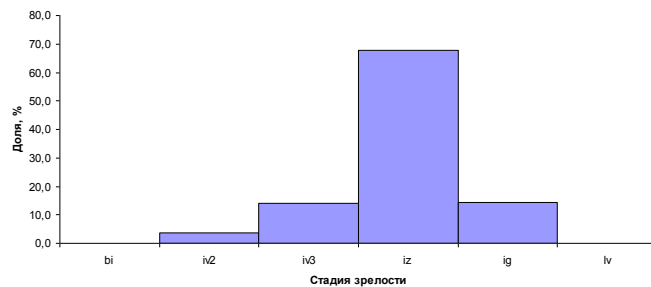


Рис. 4. Биологическое состояние самок углохвостой креветки в северо-западной части Берингова моря в октябре 2014 г.

Ученная биомасса углохвостой креветки по данным 2014 г. составила 29,440 тыс. т на площади 18202 км².

Северная креветка – *Pandalus borealis*

В период работ встречалась в основном в Наваринском п/районе в интервале глубин от 151 до 444 м. Как видно из рисунка 5, основное скопление находилось в Наваринском п/районе, на участке с координатами 61°6' – 61°34' с.ш. и 178°18' – 179°18' в.д., глубины от 175 до 444 м. У данного вида наблюдалась общая биомасса в 14,857 тыс.т., из которых 0,740 тыс.т. приходится на промысловых особей. уловы достигали 585 кг на получасовое траление, максимальная плотность 1531152 экз/кв. км.

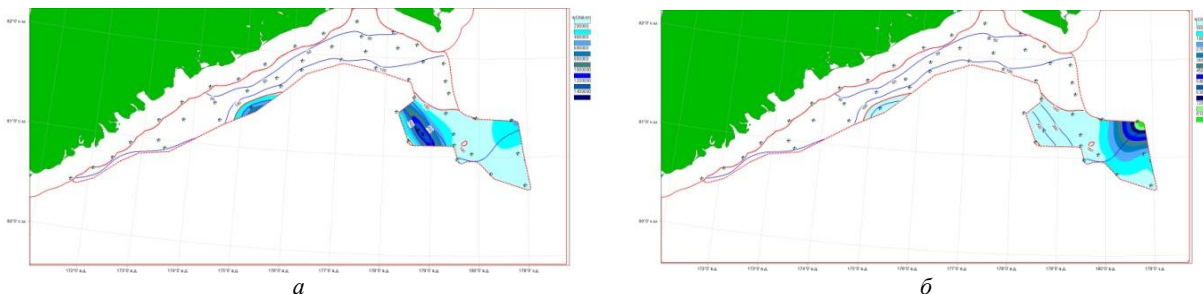


Рис. 5. Пространственное распределение северной креветки (шт/км²) в северо-западной части Берингова моря в октябре 2014 г. (а – все, б – промысловые)

В 2014 г., размеры самцов варьировали в пределах 62 – 88 мм, переходных особей – 75 – 85 мм, самок – 73 – 113 мм. Средний размер креветок был равен 85,5 ± 0,11 мм. Размерный ряд северной креветки северо-западной части Берингова моря представлен на рисунке 6.

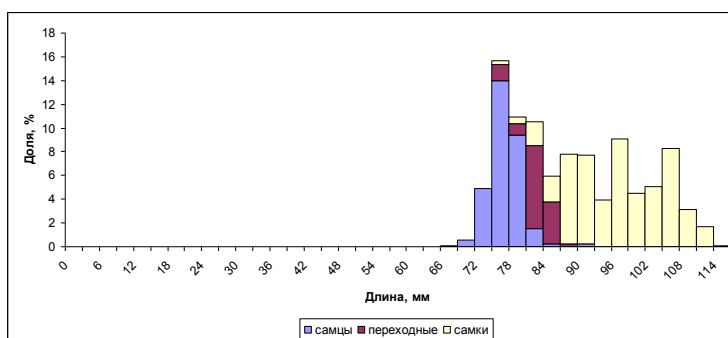


Рис. 6. Размерный состав северной креветки в северо-западной части Берингова моря в октябре 2014 г.

Размерные характеристики северной креветки приведены в таблице 4. Средний вес креветок в уловах составлял 6,7 г, максимальный – 9,6 г.

**Размерные характеристики северной креветки
в северо-западной части Берингова моря в октябре 2012 г.**

| Показатель | Самки | Самцы | Переходные | Всего |
|------------|-------|-------|------------|-------|
| N, экз. | 162 | 109 | 29 | 300 |
| % | 54,0 | 36,33 | 9,67 | 100 |
| Мин. | 73 | 62 | 75 | 61 |
| Макс. | 113 | 88 | 85 | 113 |
| Хср. | 93,8 | 74,7 | 79,8 | 85,5 |

В период исследований в популяции северной креветки активно шли процесс вынашивания икры. Подавляющее большинство самок имели хорошо развитую наружную икру – 87,93% (рис. 7).

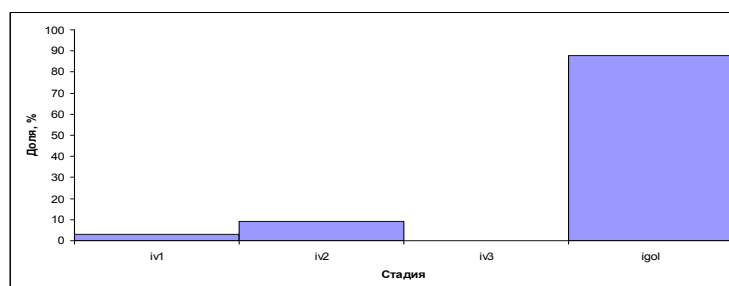


Рис. 7. Биологическое состояние самок северной креветки
в северо-западной части Берингова моря в октябре 2014 г.

Учетная биомасса северной креветки по данным 2014 г. составила 14,857 тыс. т на площади 7831 км².

Креветка трехзубая – *Pandalus tridens*

Во время съемки было поймано 17 экземпляров в точке с координатами 61°34' с.ш. и 178°42', глубина 161 м.

В ходе выполнения траловой съемки в северо-западной части Берингова моря было отмечено 3 вида креветок рода *Pandalus*, которые имеют промысловое значение. Из этих видов 2 – углохвостая креветка и северная креветка образуют промысловые скопления. Трехзубый чилим *Pandalus tridens* может присутствовать в качестве прилова.

По данным 2014 г. учетная биомасса (КУ = 0,2) углохвостой креветки составила 29,440 тыс.т. Учетная биомасса (КУ = 0,2) северной креветки составила 1,262 тыс.т.

В целом полученные результаты свидетельствуют о стабильном состоянии популяций данных видов промысловых видов креветок в Западно-Беринговоморской зоне.

Литература

1. Низяев С.А., Букин С.Д., Клитин А.К. и др. Пособие по изучению промысловых ракообразных ДВ морей России. – Южно-Сахалинск, 2006. – 91 с.
2. Виноградов Л.Г. Определитель креветок, раков и крабов Дальнего Востока // Изв. ТИНРО. – 1950. – Т. 33. – С. 180–356.
3. Слизкин А.Г. Атлас-определитель крабов и креветок дальневосточных морей России.– Владивосток: ТИНРО-Центр, 2006. – 260 с.

УДК 639.2.081.117.4

Е.В. Соколова

*Калининградский государственный технический университет,
Калининград, 236000
e-mail: sokolovahelena@mail.ru*

ЛЕБЕДКА МЛШ-1200 Д ДЛЯ ОБТЯЖНОГО ЛОВА

Обосновывается возможность применения портативной шпилевой мотолебедки МЛШ-1200 Д для выборки урезом закидного невода при обтяжном лове. Возможность применения лебедки оценивается исходя из требований, предъявляемых к механизмам для закидного неводного лова. Главным требованием является соответствие тягово-скоростных характеристик лебедки тяговому и скоростному режиму работы закидного невода при обтяжном лове. Помимо этого промысловые механизмы должны удовлетворять требованиям качества. Оценивается соответствие лебедки этим требованиям.

Ключевые слова: закидной невод, портативная шпилевая лебедка, обтяжной лов.

E.V. Sokolova

*Kaliningrad State Technical University,
Kaliningrad, 236000
e-mail: sokolovahelena@mail.ru*

PORTABLE CAPSTAN WINCH MLSH-1200 D FOR SPARSE BEACH SEINING

The opportunity of using portable capstan winch MLSH-1200 D for hauling of the wires in sparse beach seining is considered. The opportunity of using the winch is assessed according to the requirements for beach seining mechanisms. The most important requirement is the conformity of winch's towing and speed characteristics to the traction and speed mode of beach seine. Besides fishing mechanisms have to suit the quality's requirements. Conformity of winch to these requirements is assessed.

Key words: beach seine, portable capstan winch, sparse beach seining.

Закидной неводной лов является наиболее распространенным способом добычи рыбы во внутренних водоемах. В зависимости от типа водоема он разделяется на речной, озерный и морской лов. Лов закидными неводами может вестись постоянно в течение года или периодически, на протяжении нескольких месяцев весной или осенью, во время массового хода рыбы. Тони для постоянного и периодического лова, как правило, являются стационарными. На берегу таких тоней устанавливают стационарное промысловое оборудование, причальную линию, бытовые помещения и др.

Обтяжной лов осуществляется в заливах, озерах, водохранилищах, рукавах и протоках рек и ориентирован на добычу периодически скапливающейся в них малоподвижной рыбы [1, 2]. При обтяжном лове закидными неводами рыболовецкая бригада осуществляет несколько заметов 1-2 раза в месяц, а затем переходит на другую тону. Лов на обтяжных тонях ведется небольшими закидными неводами длиной до 350 м и высотой до 9 м. Наиболее трудоемкой операцией обтяжного лова является выборка закидного невода. Использование стационарных промысловых механизмов нерационально и нерентабельно из-за короткого периода их использования. Для механизации обтяжного лова, очевидно, необходимо легкое, мобильное оборудование, которое можно силами бригады перемещать с тони на тону.

К промысловому оборудованию для обтяжного неводного лова предъявляется ряд требований. Средства механизации должны быть передвижными, достаточно простыми в эксплуатации и обеспечивать механизацию тяжелых операций. Основным требованием, предъявляемым к тяговым машинам для закидного неводного лова (независимо от того, постоянный это лов, периодический или обтяжной), является соответствие тягово-скоростных характеристик механизма

тяговому и скоростному режимам работы невода. Также при обосновании параметров промышленного оборудования необходимо выделить наиболее характерные факторы, присущие большинству тоней.

Н.И. Борисов [1] определял наибольшие значения сопротивления речных закидных неводов – 1000 кг при длине невода 600–1000 м. Для озерных неводов наибольшее сопротивление составляет 1000–1500 кг, для морских 2000–3000 кг. Скорость тяги речных лебедок, как правило, составляет 10–80 м/мин, озерных и морских 10–36 м/мин. Для предотвращения износа сетной части и урезов невода рекомендуется скорость тяги изменять плавно.

Промысловое оборудование в промышленном рыболовстве, как и в любой другой отрасли, должно удовлетворять требованиям качества. Под качеством понимается обобщенная способность, совокупность свойств машины или механизма удовлетворять потребностям, определенным их назначением, требованиями постройки и эксплуатации. Качество промышленных машин характеризуется рядом показателей, таких как назначение механизма, надежность, стандартизация и унификация, безопасность, эргономичность, транспортабельность и др. [3].

Показатель назначения характеризует функции, для выполнения которых предназначена машина или механизм, а также степень соответствия механизма цели использования. Назначение промышленного механизма оценивается такими параметрами как усилие на рабочем органе, габариты, мощность привода, простота конструкции, возможность ее технического обслуживания и пр. Надежность характеризуется способностью машины сохранять работоспособность (состояние, при котором она выполняет свои функции и сохраняет рабочие параметры в нормативно-технических пределах) во времени. Надежность оценивается сроком службы до отказа, количеством отказов и др. Показатель стандартизации и унификации характеризует насыщенность машины стандартными деталями. Эргономические требования отражают взаимодействие человека и машины. Они подразделяются на гигиенические, антропометрические (например, обеспечение оптимального положения тела оператора лебедки), физиологические и психологические. Требования безопасности заключаются в обеспечении конструкцией машины защиты людей, работающих с ней. Часто требования безопасности включают в себя эргономические требования. Транспортабельность лебедки оценивается возможностью ее перемещения.

Лебедка МЛШ-1200 Д (рис. 1 [4]) – тяговая лебедка, предназначенная для перемещения объектов, не являющихся катящимися, по горизонтальной или наклонной поверхности, обычно под углом 45° [5]. Лебедка предназначена для использования в различных областях, в том числе на охоте и в рыбалке при перемещении тяжелого оборудования, расчистке водоемов, выполнении работ специального назначения в полевых условиях [6]. К достоинствам лебедки относятся возможность работы с очень длинными канатами для перемещения на большое расстояние, простая и легкая конструкция. Тяговое усилие не уменьшается по мере наполнения катушки, как у обычных катушечных лебедок. Рабочий орган лебедки барабан-турачка. Достоинством барабана-турачки является простота конструкции и надежность в работе. Недостаток заключается в том, что прием сбегавшего конца уреза и его укладка осуществляются вручную. Применение лебедки МЛШ-1200 Д позволяет обеспечить выборку одного уреза невода. Для выборки равнокрылых закидных неводов необходимы две лебедки для тяги за пятной и бежной урезы. Конец уреза не закрепляется, и поэтому его длина не ограничена. Выборка уреза осуществляется за счет сил трения между урезом и барабаном. Фрикционные барабаны-турачки имеют постоянный радиус навивки каната. В качестве уреза необходимо использовать упругий полиэфирный канат двойной оплетки с минимальным и максимальным диаметром 10 и 12 мм соответственно. Необходимо использовать канаты с низкой степенью растяжения. Запрещается в качестве уреза использовать полипропиленовые и полиэтиленовые канаты из-за их высокой эластичности и легкоплавкости. Также на урезе не должно быть повреждений и загрязнений.

Устойчивость лебедки МЛШ-1200 Д к опрокидываниям в большинстве случаев обеспечивается при помощи синтетического крепежного ремня, которым обхватывают дерево или столб [5].



Рис. 1 Лебедка МЛШ-1200 Д

В случае отсутствия на тоне деревьев и столбов в качестве якоря лебедки могут использоваться колья или бревна, закопанные в землю. Также в качестве якоря может использоваться автомобиль, поставленный на стояночный тормоз и с заблокированными колесами. Альтернативным способом лебедку можно прикрепить к перемещаемому грузу, а край каната завязать в неподвижной точке. В этом случае лебедка вместе с грузом будут перемещаться к точке, в которой привязан канат.

Техническая характеристика лебедки МЛШ-1200 Д

| | |
|--------------------------------------|---------|
| Габариты, мм | |
| длина..... | 420 |
| ширина..... | 370 |
| высота..... | 370 |
| Суммарный вес (без топлива), кг..... | 13 |
| Тяговое усилие, кг..... | 1200 |
| Скорость протяжки, м/мин..... | 12-18 |
| Передаточное число..... | 120:1 |
| Диаметр каната, мм..... | 10-12 |
| Рабочий орган..... | Турачка |
| Количество рабочих органов..... | 1 |

Техническая характеристика двигателя Honda GXH 50

| | |
|---|--|
| Габариты двигателя, мм | |
| длина..... | 225 |
| ширина..... | 274 |
| высота..... | 353 |
| Тип двигателя..... | 4-тактный, верхнеклапанный, одноцилиндровый |
| Рабочий объем, см ³ | 49 |
| Диаметр цилиндра•Ход поршня, мм..... | 41,8•36,0 |
| Максимальная мощность, кВт (об./мин.)..... | 1,6 (7000) |
| Макс. вращающий момент, Н•м (об./мин.)..... | 2,7 (4500) |
| Расход топлива, л/Н (об./мин.)..... | 0,91 (3000) |
| Емкость топливного бака, л..... | 0,77 |
| Объем масла в двигателе, л..... | 0,25 |
| Сухая масса, кг..... | 5,5 |
| Топливо..... | бензин АИ92, АИ95 |
| Система охлаждения..... | воздушная, с принудительной циркуляцией воздуха |

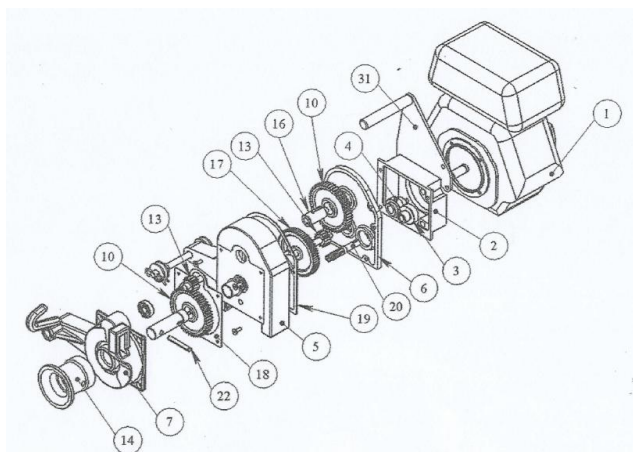


Рис. 2 Устройство лебедки МЛШ-1200 Д

При озерном или морском лове равнокрылыми неводами невод выметывается с помощью лодки и притоняется на берег или судно. Часто лебедки при обтяжном лове устанавливаются непосредственно на судах. Установка промышленного оборудования на судне обеспечивает его перемещение с тони на тону. Лебедка МЛШ-1200 Д устанавливается на берегу тони. Выборка урезов осуществляется одновременно. Устройство лебедки МЛШ-1200 Д представлено на рис. 2 [5].

На рисунке указаны следующие позиции: 1 – двигатель Honda GXH 50 SE; 2 – корпус переходного редуктора; 3 – шестерня #5; 4 – шестерня #6; 5 – корпус

редуктора; **6** – крышка редуктора задняя; **7** – крышка редуктора передняя; **10** – шестерня #4; **13** – шестерня #3; **14** – шпуля; **16** – вал переходной; **17** – шестерня #2; **18** – прокладка передняя; **19** – прокладка задняя; **20** – шестерня #1; **31** – ручка лебедки (в сборе).

Включение лебедки осуществляется следующим образом. Шнуровой стартер двигателя необходимо натянуть по оси отводного отверстия шнура. Для остановки лебедки необходимо постепенно уменьшать натяжение, а затем опустить шнур для перевода двигателя на холостой ход и выключить зажигание. После остановки двигателя необходимо дать ему остыть в течение 15 минут.

В полевых условиях часто применяются лебедки с приводом от двигателя внутреннего сгорания (ДВС). Двигатели внутреннего сгорания в отличие от других источников энергии, компактные, легкие и экономичные.

Привод лебедки осуществляется от двигателя внутреннего сгорания Honda GXH 50 [7,8]. Двигатель Honda GXH 50 оснащен системой Oil Alert™, автоматически отключающей зажигание при падении уровня масла ниже безопасного. Эта система также отключает зажигание, если угол работы лебедки превышает $20 \pm 4^\circ$. Это обеспечивает сохранение лебедкой относительно горизонтального положения. Тяговая характеристика двигателя Honda GXH 50 представлена на рис. 3 [9]. Максимальная мощность 1,6 кВт достигается при скорости двигателя 7000 об./мин. Максимальный вращающий момент составляет 2,7 Н·м при скорости двигателя 4500 об./мин. Двигатели Honda рекомендуется эксплуатировать при температуре воздуха от -15 до $+40^\circ\text{C}$ для двигателей с горизонтальным коленчатым валом и от -5 до 40°C для двигателей с вертикальным коленчатым валом. Шумовое воздействие лебедки зависит от режима работы двигателя. При холостом ходе уровень шума составляет 73 дБА, при работе двигателя в полную силу 89 дБА. Данное звуковое давление указано для положения оператора лебедки. При работе рекомендуется использовать средства защиты органов слуха.

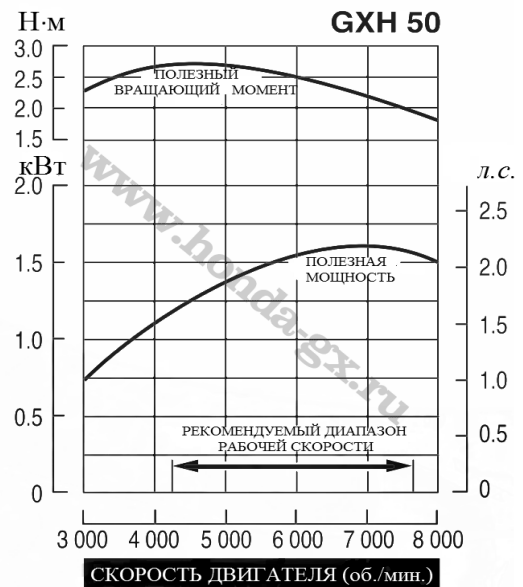


Рис. 3 График зависимости мощности и вращающего момента от скорости двигателя Honda GXH 50

При работе с лебедкой МЛШ-1200 Д, как и с любым промышленным оборудованием, необходимо соблюдать требования безопасности. Во время выборки натянутый урез может дать обратный ход. Это может привести к ожогам или затягиванию рук в лебедку. Поэтому выборку уреза осуществлять в защитных рукавицах. Запрещается наматывать урез на руки или тело, прикасаться к урезу, находящемуся под нагрузкой. Лебедку запрещается использовать для перемещения катящихся объектов, из-за того, что они могут выйти из-под контроля. В выхлопном газе двигателя содержится токсичный угарный газ, поэтому необходимо использовать лебедку на открытом воздухе или хорошо проветриваемых помещениях. Наблюдатели должны находиться вне рабочей области. Лебедка не предназначена для подъема предметов или людей.

Лебедка МЛШ-1200 Д до настоящего времени не использовалась на промысле закидными неводами, поэтому оценить работоспособность не представляется возможным. Разработчик лебедки ООО «Мастер-Лебедка» (Санкт-Петербург).

Таким образом, достоинствами лебедки являются небольшой вес, постоянная готовность к работе и независимость от внешних источников энергии за счет использования двигателя внутреннего сгорания. Наличие барабана-турочки позволяет выбирать урезы неограниченной длины. Небольшая масса лебедки обеспечивает ее перемещение с тони на тоню. К недостаткам лебедки можно отнести необходимость ручной выборки и укладки уреза. Предъявляются высокие требования к урезу. Лебедка обеспечивает тягу уреза в узком диапазоне скоростей 12 – 18 м/мин (0,2 – 0,3 м/с).

Лебедка МЛШ-1200 Д может использоваться для тяги урезом закидного невода при обтяжном лове. Выборку сетной части невода, выливку улова, укладку невода необходимо осуществлять с помощью другого оборудования.

Статья подготовлена в рамках выполнения гранта РФФИ «Математическое, физическое и имитационное моделирование сетных орудий рыболовства и аквакультуры» №15-08-00464-а.

Литература

1. Борисов Н.И. Механизация речного, озерного и морского рыболовства. – М.: Пищепромиздат, 1961. – 428 с.
2. Торбан С.С. Механизация обтяжного неводного лова рыбы. – М.: Пищепромиздат, 1954. – 48 с.
3. Добронравов С.С., Дронов В.Г. Строительные машины и основы автоматизации. – М.: Высшая школа, 2001. – 576 с.
4. МЛШ-1200Д – лебедка шпилевая, веревочная с приводом от двигателя HONDA GXH-50 URL: <http://www.pilorama.spb.ru/lebedkamlsh1200d.html> (дата обращения 02.12.2014).
5. Мотолебедка шпилевая с двигателем Honda GXH 50. Модель «МЛШ-1200 Д». Руководство пользователя. - СПб.: ООО «Мастер-Лебедка». – 19 с.
6. МЛШ-1200 – лебедка шпилевая, веревочная с приводом от бензопилы. – URL: <http://www.pilorama.spb.ru/lebedkamotoshpil.html> (дата обращения 02.12.2014).
7. Двигатель Honda GXH 50, GXV 50. Руководство по эксплуатации.
8. HONDA GXH-50 URL: <http://www.honda-gx.ru/honda-gxh-50.shtml> (дата обращения 05.01.2015).
9. Графики для двигателя Honda GXH 50 URL: <http://www.honda-gx.ru/graph-gxh50.shtml> (дата обращения 09.12.2014).

УДК 621.341.572.062.1

С.Ю. Труднев, А.А. Марченко

*Камчатский государственный технический университет
Петропавловск-Камчатский, 683003
e-mail:trudnev@mail.ru*

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ДИНАМИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ ПРИ ПАРАЛЛЕЛЬНОЙ РАБОТЕ ОДНОФАЗНОГО ИНВЕРТОРА НА ОДНОФАЗНУЮ СЕТЬ

В материалах отражена структура работы устройства, позволяющего улучшить качество электрической энергии. Разработана математическая модель однофазной сети и однофазного источника питания, работающего через инвертор. На основании математической модели разработана и исследована имитационная модель предлагаемого устройства в программе MATLAB. Проанализирован динамический режим электроэнергетической системы с активно-индуктивной нагрузкой на примере виртуальной модели, разработанной в программе MATLAB. Выявлен положительный эффект параллельной работы однофазной сети и ШИМ-инвертора при нарушении динамической устойчивости электроэнергетической системы.

Ключевые слова: модель, инвертор, источник.

S.U. Trudnev, A.A. Marchenko

*Kamchatka State Technical University,
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003
e-mail:trudnev@mail.ru*

RESEARCH OF INFLUENCE OF DYNAMIC LOAD DURING THE PARALLEL OPERATION OF THE SINGLE-PHASE INVERTER OF THE SINGLE-PHASE NETWORK

The structure of operation of the device allowing to improve quality of electric energy is reflected in materials. The mathematical model of a single-phase network and the single-phase power supply working via the invert-

er is developed. On the basis of mathematical model the imitating model of the offered device in the MATLAB program is developed and investigated. The dynamic mode of electrical power system with active and inductive loading on the example of the virtual model developed in the MATLAB program is analysed. The positive effect of parallel work of a single-phase network and the PWM-inverter at violation of dynamic stability of electrical power system is revealed.

Key words: model, inverter, source.

Включение в параллель даже неинерционного источника электрической энергии является сложным технологическим процессом, обусловленным рядом условий. Для безударного включения источника, в данном случае даже инвертора, на параллельную работу необходимо выполнить следующие условия синхронизации [1]:

Для однофазной системы питания:

- 1) равенство ЭДС E_r подключаемого источника и напряжения U_c сети и, т.е. $|E_r| = |U_c|$;
- 2) равенство частот подключаемого источника и сети, т.е. $f_c = f$;
- 3) совпадение по фазе одноименных векторов фазных напряжений подключаемого источника и, т.е. $\varphi = 0^\circ$.

При выполнении этих условий источник успешно войдет в синхронизм с сетью и не создаст существенных отклонений по частоте питающей сети и напряжению, определенных требованиями ряда нормативных документов [2].

В настоящее время широкое распространение получили инверторы с широтно-импульсной модуляцией, собранные на IGBT-транзисторах. Высокое входное сопротивление, низкий уровень управляющей мощности и низкое остаточное напряжение во включенном состоянии позволяют использовать IGBT-транзистор в качестве устройства ключевого действия в системах управления силовым электрооборудованием с рабочим током до 1200 А и напряжением до 10кВ. Благодаря своим качественным характеристикам и способности работать на частоте до 20 кГц IGBT-транзистор нашел широкое применение в схемах инверторов с широтно-импульсной модуляцией в системах управления электроприводом и системой аварийного однофазного и трехфазного питания от источников постоянного тока.

В качестве источника бесперебойного питания ШИМ-инвертор собирается по схеме, изображенной на рис. 1.

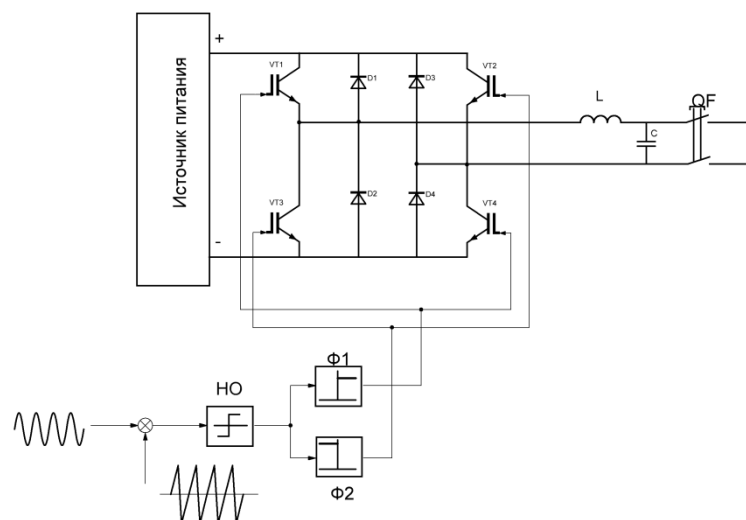


Рис. 1. Структурная схема однофазного ШИМ инвертора

Однофазный инвертор получает питание от источника постоянного напряжения. $VT1 - VT4$ электронные ключи, каждый из которых включает IGBT-транзистор, работающий в ключевом режиме, и диод обратного тока. Система управления транзисторными ключами содержит в своем составе ноль-орган (НО) и формирователи $\Phi 1$ и $\Phi 2$. На входе НО сравниваются задающий синусоидальный сигнал и пилообразное опорное напряжение, а их разность задает открытие пар

транзисторов. При помощи управляющего сигнала на базе транзисторов можно регулировать амплитудное значение напряжения и частоты выходного сигнала, а также задавать фазовый сдвиг выходного напряжения на инверторе [1].

Согласно структурной схеме ШИМ-инвертора в программе *MatlabR2012a* была разработана имитационная модель, представленная на рис. 2.

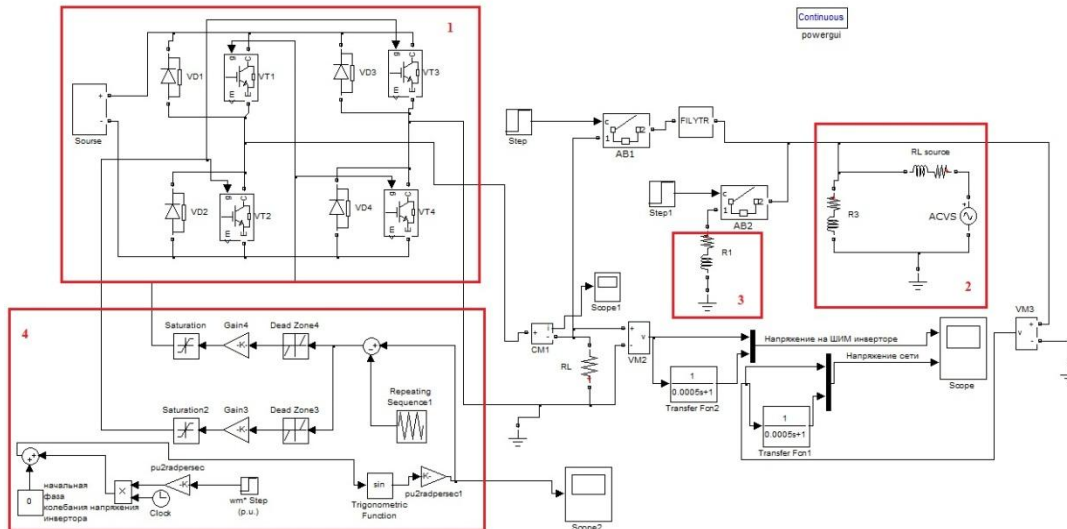


Рис. 2. Имитационная модель для исследования синхронизации ШИМ-инвертора и однофазной сети:
 1 – инвертор на IGBT-транзисторах; 2 – однофазная сеть; 3 – активно-индуктивная нагрузка;
 4 – модуль управления IGBT транзисторами

В составе модели инвертор с ШИМ, представленный блоками *IGBT*, *Diode*, *Repeating Sequence* и источником постоянного напряжения $U = 300$ В, однофазный источник переменного напряжения $U_c = 300$ В, активно-индуктивная нагрузка, задатчик управляющих импульсов для управления работой двух пар IGBT транзисторов [3].

Как известно из теории электрических машин, подключение активно-индуктивной нагрузки к генератору переменного тока вызывает провал напряжения и снижение частоты тока. Значительные броски напряжения и частоты негативно сказываются на качестве электрической энергии. Исходя из этого, можно сделать выводы о том, что включение в параллель неинерционного источника питания компенсирует колебания частоты и напряжения, что приведет к улучшению качества электрической энергии. Для подтверждения был произведен следующий эксперимент: в момент времени $t = 0,05$ секунд к однофазной сети 2 подключается активно-индуктивная нагрузка 3.

На рис. 3 представлен график зависимости напряжения однофазной сети от времени.

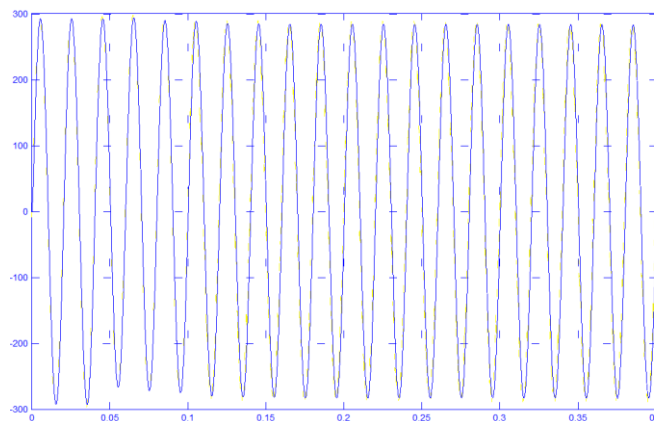


Рис. 3. График зависимости выходного напряжения однофазной сети от времени (первый эксперимент)

В момент включения активно-индуктивной нагрузки 3 происходит провал напряжения в 25 В и снижение частоты тока на 0,8 Гц

Затем проводится второй эксперимент: в момент времени $t = 0,05$ секунд к однофазной сети 2 подключается активно-индуктивная нагрузка 3, в этот же момент времени $t = 0,1$ для компенсации провалов включается на параллельную работу однофазный ШИМ-инвертор 1. На рис. 4 представлен график зависимости напряжения однофазной сети от времени второго эксперимента. Как видно из графика, результаты второго эксперимента подтверждают улучшение динамической устойчивости электроэнергетической системы. В момент включения нарушения динамической устойчивости энергосистемы наблюдается отклонение напряжения 11 В, снижение частоты отсутствует, это говорит о том, что параллельное включение ШИМ-инвертора привело к снижению амплитуды колебания основных параметров качества электрической энергии.

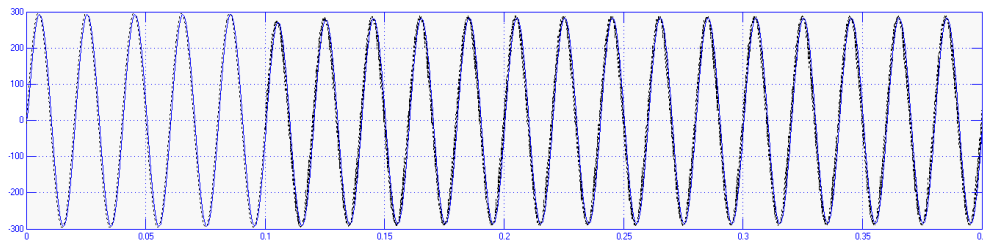


Рис. 4. Графики зависимости выходного напряжения однофазной сети от времени (второй эксперимент)

Анализируя данные, полученные в ходе экспериментов, можно судить о том, что применение неинерционных источников питания окажет положительное влияние на качество электрической энергии, а значит, снизит потери электроэнергии, все это приведет к увеличению энергоэффективности энергосистемы в целом.

Литература

1. Труднев С.Ю. Исследование параллельной работы ШИМ инвертора и однофазной сети // Вестник государственного университета морского и речного флота им. адмирала С.О. Макарова. – 2014. – № 6 (28). – С. 60–67.
2. Правила классификации и постройки морских судов. – СПб: Транспорт, 2010. – 280 с.
3. Черных И.В. Моделирование электротехнических устройств в MATLAB SimPowerSystems и Simulink. – М.: ДМК Пресс, 2008. – 88 с.

УДК 621.314.11:629.561.5

С.Ю. Труднев, А.А. Марченко

*Камчатский государственный технический университет
Петропавловск-Камчатский, 683003
e-mail:trudnev@mail.ru*

РАЗРАБОТКА МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ПАРАЛЛЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ДГА СУДНА ТИПА ЛЕДОКОЛ «САДКО»

В материалах освещены проблема старения флота и основные пути и способы ее решения. Разработана математическая модель параллельной работы дизель-генераторных агрегатов, установленных на судне типа ледокол «Садко». Представлены основные характеристики источников судна. Выявлен конечный результат, и определены основные переменные величины, влияющие на устойчивость параллельной работы двух дизель-генераторов и качество электрической энергии электростанции судна.

Ключевые слова: модель, ледокол, дизель, генератор.

S.U. Trudnev, A.A. Marchenko

*Kamchatka State Technical University,
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003
e-mail: trudnev@mail.ru*

DEVELOPMENT OF MATHEMATICAL MODEL OF PARALLEL WORK OF DGA OF THE ICE BREAKER VESSEL "SADKO"

The problem of aging of fleet and the main ways and ways of its decision is covered in the article. The mathematical model of parallel operation of the diesel-generator units installed on the ice breaker «Sadko» is developed. The main characteristics of sources of the vessel are presented. The final result is revealed and the main variables influencing on the stability of parallel operation of two diesel generators and quality of electric energy of the vessel power plant are defined.

Key words: model, ice breaker, diesel, generator.

Технические средства, обеспечивающие возможность автономного плавания судна, образуют сложные системы взаимосвязанных объектов, требующих согласованного управления в условиях интенсивных внешних воздействий. Это обуславливает сложность задач управления, эффективное решение которых возможно лишь при использовании самых современных средств автоматизации и методов управления. Судно типа ледокол «Садко» является автономным техническим средством, которое большую часть времени проводит в условиях сурового климата, а значит к судовой электроэнергетической системе судна типа ледокол предъявляются дополнительные требования по бесперебойной подаче электрической энергии. Выход из строя основных источников питания приведет к снижению безопасности мореплавания или гибели людей, что является недопустимым. Вероятность отказа оборудования увеличивается вместе со сроком службы, это является основной проблемой для современного камчатского флота, так как большинство судов имеют срок службы свыше 10–15 лет. Одним из выходов из сложившейся ситуации может быть переоборудование или модернизация имеющегося флота новейшим технологическим оборудованием, что позволит значительно сократить затраты и уменьшить срок окупаемости за счет применения средств вычислительной и микропроцессорной техники в системах автоматического управления и контроля судовыми техническими средствами и технологическими процессами.

Процесс производства и передачи электроэнергии является столь динамичным и постоянно подверженным случайным возмущающим воздействиям, что без автоматического управления его функционирование невозможно. Такие его особенности, как равенство в каждый момент времени генерируемой и случайно изменяющейся, требуемой нагрузкой, мощностей, время от времени возникающие короткие замыкания, высокая быстротечность электромагнитных и электромеханических переходных процессов, обусловили развитие технических средств автоматического управления еще в начальный период становления электроэнергетики. Под автоматическим понимается управление процессом производств, передачи и потребления электроэнергии в целом без непосредственного участия человека.

Основным назначением устройства автоматического регулирования напряжения является быстрое и значительное увеличение возбуждения генератора, которое обеспечивают системы возбуждения при нарушениях нормального режима, сопровождающихся понижением напряжения или увеличением тока.

Также в случае падения частоты ниже установленного значения определенная функция регулятора уменьшает выходное напряжение приблизительно на 15%, что в свою очередь уменьшает величину текущего наброса активной мощности на 25%, пока частота не достигнет номинального значения, таким образом функция может использоваться для уменьшения продолжительных отклонений частоты в случае наброса нагрузки, благодаря новой системе является увеличение токов при коротком замыкании, что повышает надежность действия релейной защиты, имеющей выдержки времени.

Положительным результатом есть и увеличение срока эксплуатации нового генераторного агрегата, и значительные сокращения в затратах на ремонт.

На судне, как правило, работают два генератора, оценить качество работы каждого в отдельности достаточно сложно, поэтому для качественной оценки всех выходных параметров каждого параллельно работающего генератора в целом необходимо разработать математическую модель параллельной работы генератора.

В качестве объекта исследования выбрана судовая электроэнергетическая система судна типа ледокол «Садко».

Проведем исследование параллельной работы двух судовых синхронных генераторов, установленных на ледоколе «Садко». На ледоколе установлены три судовых дизеля 6ЧН25/34, спаренных с судовым синхронным генератором МСС 275—500 [1]. Характеристики генераторного агрегата представлены в таблице.

Таблица

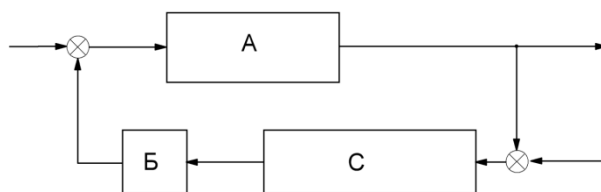
Паспортные характеристики дизель-генераторного агрегата 6ЧН25/34, МСС 275-500

| Основные технические характеристики дизеля | |
|--|-----------------------------|
| Номинальная мощность | 300 кВт |
| Скорость вращения | 500 об/мин |
| Механический к.п.д. дизеля | $\Pi_{д} = 0,8$ |
| Основные технические данные генератора | |
| Номинальная мощность | 275 кВт·А, 220кВт |
| Номинальное напряжение | 400/230В |
| Номинальная скорость вращения | 500 об/мин |
| Номинальный к.п.д. | $\Pi_{г} = 91,5\% = 0.91$. |

Параллельная работа дизель-генератора

$$A = \frac{1}{pT_3}; \quad B = \frac{k}{p^2T_d^2 - pT_d + 1}; \quad C = (p^2T_1^2 - pT_1 + 1)k_{3д}.$$

Имеется два дизель-генератора с одинаковыми параметрами, структурная схема системы представлена на рисунке. Рассмотрим режим распределения нагрузок между этими двумя параллельно работающими генераторами.



Структурная схема параллельной работы генератора

Запишем уравнения для каждого из дизель-генераторов [2]:

$$Jp^2\theta_1 + cp\theta_1 + \delta\theta_1 = m_{дв1}. \quad (1)$$

$$Jp^2\theta_2 + cp\theta_2 + \delta\theta_2 = m_{дв2}. \quad (2)$$

Вычитая почленно, получим

$$Jp^2\Delta\theta + cp\Delta\theta + \delta\Delta\theta = \Delta m_{дв}, \quad (3)$$

где

$$\Delta\theta = \theta_1 - \theta_2, \quad \Delta m = m_{дв1} - m_{дв2}. \quad (4)$$

Определим коэффициенты уравнения (4).

Приведенный момент инерции равен

$$J = \frac{1}{p_{II}} \frac{1}{4q} GD^2. \quad (5)$$

$$J = \frac{1}{p_{II}} \frac{1}{4q} \frac{M_{НОМ} T_{д} 375}{n_{НОМ} \eta_{Г}} = \frac{1}{64} \frac{1}{9,8} \frac{429 \cdot 2,8 \cdot 375}{500 \cdot 0,91} 4,22 \text{ кгм}^2,$$

где p_n – число пар полюсов генератора;

$T_{д} = 2,8$ с – постоянная времени дизеля;

$M_{НОМ}$ – номинальный момент на валу генератора, определяемый из выражения:

$$M_{НОМ} = \frac{975 P_{НОМ}}{n_{НОМ}} \quad (6)$$

$$M_{НОМ} = \frac{975 \cdot 220}{500} = 429 \text{ кгм.}$$

Подставив значения $x_d = 1,336$ о. е. и $x_q = 0,83$ о. е. в уравнение, получим значение δ в относительных единицах

$$\delta = \frac{1}{x_d} + \frac{1}{x_q}$$

$$\delta = \frac{1}{1,336} + \frac{1}{0,83} = 1,95 \text{ о.е.}$$

Переходя к абсолютным величинам с учетом размерности правой части уравнения (4), получим

$$\delta = \delta \frac{M_{НОМ}}{\eta_{Г}} = 1,95 \frac{429}{0,91} = 920.$$

На основании паспортных данных генератора имеем переходное индуктивное сопротивление по продольной оси генератора $X_d = 0,26$ о.е.; постоянную времени переходного процесса изменения магнитных полей продольной оси ротора при замкнутой цепи статора $T'_d = 0,26$ сек. Критическое скольжение определим по формуле:

$$S = \frac{1}{T' d \omega_0}, \quad (7)$$

$$S = \frac{1}{0,25 \cdot 314} = 0,012.$$

Также по паспорту найдем сверхпереходное сопротивление по продольной оси генератора $x''_d = 0,143$ о. е.; постоянную времени сверхпереходного процесса изменения магнитных полей по продольной оси ротора при замкнутой цепи статора $T''_d = 0,006$ сек; сверхпереходное сопротивление по поперечной оси $x''_q = 0,186$ о. е.; постоянную времени успокоительного контура (пусковой клетки) по поперечной оси ротора при замкнутом статоре $T''_q = 0,1$ сек.

С учетом этого вычислим составляющие синхронного момента m'_d , m''_d и m''_q для одного конкретного значения скольжения $S = 0,012$:

значение составляющей m'_d

$$m'_d = \frac{1}{2} \left(\frac{1}{x'_d} - \frac{1}{x_d} \right) \frac{ST'_d \omega_0}{1 + (ST'_d \omega_0)^2} = \frac{1}{2} \left(\frac{1}{0,26} - \frac{1}{1,336} \right) \frac{0,012 \cdot 0,26 \cdot 314}{1 + (0,012 \cdot 0,26 \cdot 314)^2} = 0,75 \text{ о. е.};$$

значение составляющей m''_d

$$m''_d = \frac{1}{2} \left(\frac{1}{x''_d} - \frac{1}{x'_d} \right) \frac{ST''_d \omega_0}{1 + (ST''_d \omega_0)^2} = \frac{1}{2} \left(\frac{1}{0,143} - \frac{1}{0,26} \right) \frac{0,012 \cdot 0,06 \cdot 314}{1 + (0,012 \cdot 0,06 \cdot 314)^2} = 0,035 \text{ о. е.}$$

значение составляющей m''_q

$$m''_q = \frac{1}{2} \left(\frac{1}{x''_q} - \frac{1}{x'_q} \right) \frac{ST''_q \omega_0}{1 + (ST''_q \omega_0)^2} = \frac{1}{2} \left(\frac{1}{0,186} - \frac{1}{0,83} \right) \frac{0,012 \cdot 0,1 \cdot 314}{1 + (0,012 \cdot 0,1 \cdot 314)^2} = 0,072 \text{ о. е.}$$

Значение асинхронного момента m_a

$$m_a = m'_d + m''_d + m''_q \quad (8)$$

$$m_a = 0,75 + 0,095 + 0,72 = 1,505 \text{ о. е.}$$

С другой стороны,

$$m_a = c \frac{d\theta}{dt} = cS\omega_0, \quad (9)$$

откуда

$$c = \frac{m_a}{S\omega_0} = \frac{1,505}{0,012 \cdot 314} = 0,4 \text{ о. е.}$$

Переходя к абсолютным величинам, найдем

$$c = c \frac{M_{НОМ}}{\eta_{\Gamma}} = 0,4 \frac{429}{0,91} = 189.$$

Подставляя значения J , c и $\delta_{\text{в}}$ уравнение (4), получим

$$4,22 p^2 \Delta\theta + 189 p \Delta\theta + 920 \Delta\theta = \Delta m_{\text{дв}} \frac{M_{НОМ}}{\eta_{\Gamma}} = 470 \Delta m_{\text{дв}}.$$

Последнее уравнение перепишем в виде

$$0,005 p^2 \Delta\theta + 0,2 p \Delta\theta + \Delta\theta = 0,5 \Delta m_{\text{дв}}.$$

Вводя обозначение $k = 0,5$; $T_d^2 = 0,005$; $T'_d = 0,2$, на основании последнего уравнения получаем передаточную функцию рассматриваемого объекта регулирования [3]:

$$W_d(p) = \frac{\Delta\theta(p)}{\Delta m_{\text{дв}}(p)} = \frac{k}{T_d^2 p^2 + T'_d p + 1} = \frac{0,5}{0,005 p^2 + 0,2 p + 1}. \quad (10)$$

Представим полученное звено в виде двух звеньев с постоянными времени $T_4 = 0,196$ с, $T_5 = 0,0245$ с, определяемыми величинами, обратными корням характеристического уравнения $T_d^2 p^2 + T_d' p + 1 = 0$.

$$W_d(p) = \frac{k}{T_d^2 p^2 + T_d' p + 1} = \frac{k}{(T_4 p + 1) + (T_5 p + 1)} = \frac{k}{(0,196 p + 1) + (0,0245 p + 1)}. \quad (11)$$

Постоянные времени задающего двигателя, определенные для рассматриваемой системы способом, указанным в предыдущем параграфе, имеют следующие значения: $T_1 = 0,322$ с; $T_2 = 0,38$ с. Постоянная времени гидропривода, исходя из указанных ранее соображений, принята равной 0,2, т. е. $T_3 = 0,2$ с.

С учетом уравнения (11) и значений $k_{3,0} = 1$ постоянных T_1 , T_2 и T_3 структурная схема рис. 1 преобразуется к виду, представленному согласно полученной математической модели:

$$W_d(p) = \frac{\Delta \xi(p)}{\Delta \lambda(p)} = \frac{k(T_1^2 p^2 + T_2 p + 1)}{T_3 p(T_4 p + 1) + (T_5 p + 1)} = \frac{0 \cdot 0,5(0,322^2 p^2 + 0,38 p + 1)}{p(0,196 p + 1) + (0,0245 p + 1)}. \quad (12)$$

Таким образом, полученная математическая модель позволит подробно исследовать техническое состояние каждого дизель-генератора, участвующего в параллельной работе.

Литература

1. Полярный порт России [Электронный ресурс]: «Садко», дизель-электрический ледокол. – URL: <http://www.polarpost.ru/forum/viewtopic.php?f=4&t=890>.
2. Герман-Галкин С.Г. Matlab & Simulink. Проектирование мехатронных систем на ПК. – М.: Корона-Век, 2008. – 368 с.
3. Краснов В.В., Мещанинов П.А., Мещанинов А.П. Основы теории расчета судовых электроэнергетических систем: Моделирование для исследования специальных режимов: Учебное пособие. – Л.: Судостроение, 1989. – 328 с.

УДК 574.62:595.384.2(265.51)

П.А. Федотов¹, А.В. Винников²

¹ Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «ТИНРО-Центр»
Владивосток, 690091
e-mail: fedotovbash57@mail.ru

² Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «ТИНРО-Центр»
ЧукотТИНРО, Анадырь, Чукотский АО, 689000
e-mail: kamchatka62@mail.ru

К ОЦЕНКЕ ПРОМЫСЛОВОГО ЗАПАСА СИНЕГО КРАБА (*PARALITHODES PLATYPUS*) В ОЛЮТОРСКО-НАВАРИНСКОМ РАЙОНЕ БЕРИНГОВА МОРЯ

В данной работе рассматриваются межгодовая динамика промыслового запаса, пространственное распределение и некоторые особенности биологии синего краба в Олюторско-Наваринском районе Берингова моря. Было установлено, что в 2014 г. произошло очередное перераспределение промыслового запаса. Ранее, в 2008–2010 гг., значительная часть промысловых самцов обитала в районе наваринского шельфа, их доли составляли 63% от общей величины запаса. Анализ межгодовой динамики размерного состава самцов показал увеличение среднего размера промысловых самцов. Состояние популяции синего краба можно считать хорошим с тенденцией к увеличению промыслового запаса.

Ключевые слова: синий краб, промысловый запас, размерные группы, Берингово море, Олюторско-Наваринский район.

P.A. Fedotov¹, A.V. Vinnikov²

¹ Federal State Scientific Institution «TINRO-Center»
Vladivostok, 690091

e-mail: fedotovbash57@mail.ru

² Federal State Scientific Institution «TINRO-Center» ChukotTINRO,
Chukotsky AO, 689000

e-mail: kamchatka62@mail.ru

TO THE ASSESSMENT OF FISHING BLUE CRAB (*PARALITHODES PLATYPUS*) STOCK IN OLYUTOR-NAVARINO REGION OF THE BERING SEA

The interannual dynamics of the commercial stock, spatial distribution and some aspects of the blue crab life in Olyutorsky-Navarino region of the Bering Sea were analyzed. It was found that there was another redistribution of the commercial stock in 2014. Earlier in 2008-2010 a significant portion of commercial males lived in the area of Navarino shelf, their share was 63% of the total stock. The analysis of the interannual dynamics of the size of the males showed the increase of the commercial males average size. Blue crab population status can be considered satisfactory with the tendency to be increased in commercial stock.

Key words: blue crab, commercial stock, size groups, the Bering Sea, Olyutorsky-Navarino area.

Синий краб является наиболее ценным среди промысловых видов крабов в северо-западной части Берингова моря. Традиционными местами его промысловых скоплений является Олюторско-Наваринский район. В результате исследований 2014 г. установлено, что расположение промысловых скоплений синего краба по сравнению с прошлыми годами изменилось незначительно. Однако произошло перераспределение промыслового запаса между корякским и наваринским п/районами, в корякском районе он увеличился до 70% (в 2013 г. – 41%).

В данной работе рассматриваются межгодовая динамика промыслового запаса, распределение и некоторые особенности биологии этого вида в северо-западной части Берингова моря.

Материалами для данного сообщения послужили данные полученные при выполнении траловой съемки ФГУП «ТИНРО-Центр» и ловушечных съемок при проведении промысла в 2014 г. При проведении траловой съемки использовали донный трал № 27,1/24,4м с вертикальным раскрытием – 3–4 м и горизонтальным раскрытием – 16 м. Нижняя подбора была оснащена двойным набором якорных цепей (150 кг) на 10 см поводцах, верхняя подбора была оснащена 30 кухтылями. В качестве грузов-углубителей применена якорная цепь – по 50 кг. Кутцевая часть оснащена мелкоячеистой вставкой с ячеей 10 мм. Скорость траления изменялась в пределах 2,2–3,3 узлов в зависимости от ветра, волнения, течений, состояния грунтов и в среднем составляла 2,7 узла.

При выполнении ловушечных съемок исследования проводились стандартными коническими ловушками, объединенными в порядки по 150 ловушек. Расстояние между ловушками составляло 20 м, время застоя ловушек варьировало от 1,5 до 3,5 суток. В качестве приманки использовалась свежемороженая сельдь. Схема станций при проведении донной траловой съемки в ИЭЗ в 2014 г. и ловушечных съемок в территориальных водах приведена на рисунке 1.

Кроме того были использованы данные исследований 2005–2013 гг. в Западно-Берингоморской промысловой зоне.

Схема станций при проведении съемок в 2014 г. приведена на рис. 1–2.

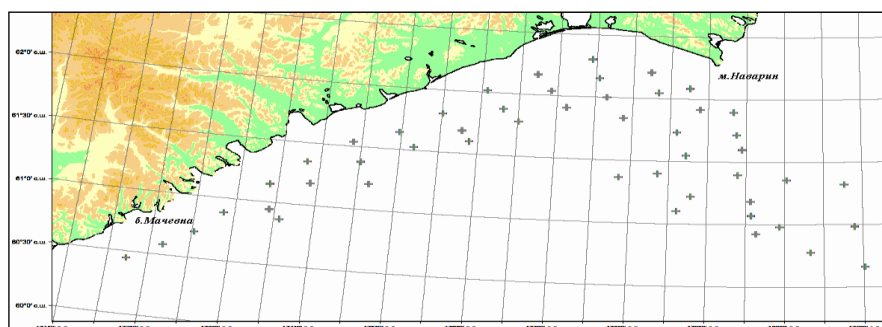


Рис. 1. Схема учетной донной траловой съемки, выполненной в ИЭЗ Западно-Берингоморской зоны в 2014 г.

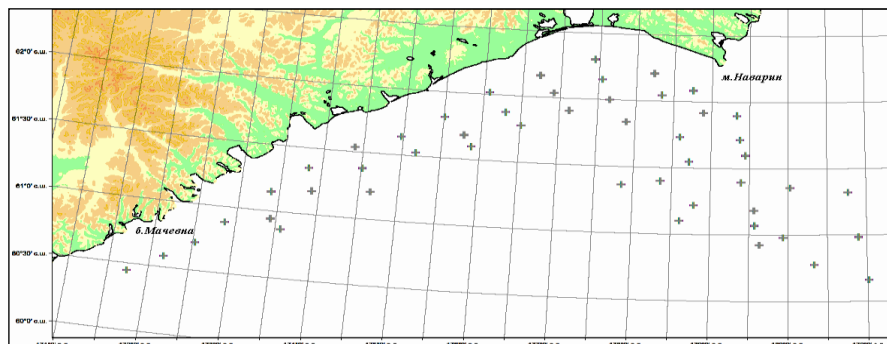


Рис. 2. Карта постановки обработанных (с биоанализом или просчетом) промысловых порядков в мае-июне 2014 г.

Сбор и обработка биологических материалов осуществлялись по стандартным гидробиологическим методикам, принятым в ТИНРО-Центре.

Расчет численности крабов и их запасов выполнялся с помощью компьютерной программы ГИС «КартМастер 4.1». Карты количественного распределения крабов, графики размерного состава и биологического состояния обработаны и выполнены на ПЭВМ с применением программ Statistica 8.0 и Microsoft Excel 8.0.

В территориальных водах мае-июне 2014 г. у синего краба были отмечены три скопления промысловых самцов (рис. 3):

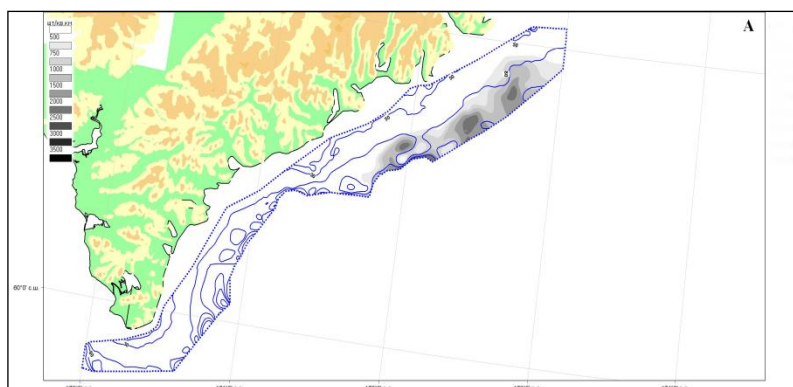


Рис. 3. Распределение промысловых самцов синего краба в территориальных водах корякского шельфа в 2014 г. Шкала – экз./ км²

Концентрации непромысловых самцов и самок в территориальных водах были отмечены примерно в тех же районах.

Численность промысловых самцов синего краба в территориальных водах по данным лущечной съемки была оценена в 0,910 млн. экз.

По данным траловой съемки в ИЭЗ было отмечено 4 промысловых скопления синего краба (рис. 4).

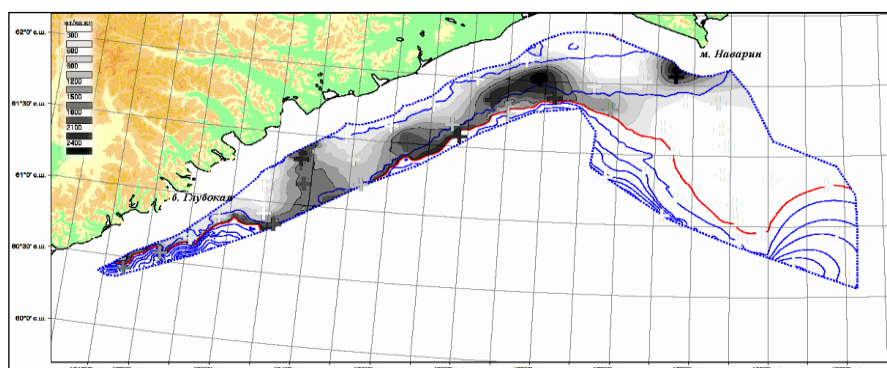


Рис. 4. Распределение промысловых самцов синего краба в ИЭЗ в октябре 2014 г. (по данным траловой съемки). Шкала – экз./ км²

Непромысловые самцы и самки в основном встречались в местах концентрации промысловых особей.

В общем, по данным донной траловой съемки, в ИЭЗ Западно-Беринговоморской зоны (Олюторско-Наваринский район) в октябре 2014 г. численность промысловых самцов синего краба была оценена в 12,796 млн. экз.

Таким образом, в Западно-Беринговоморской зоне (с учетом территориальных вод) в 2014 г. суммарная численность промысловых самцов синего краба может быть оценена в 13,706 млн экз.

Динамика промыслового запаса в Западно-Беринговоморской зоне в период с 2005 г. по 2014 г. показана на рисунке 5.

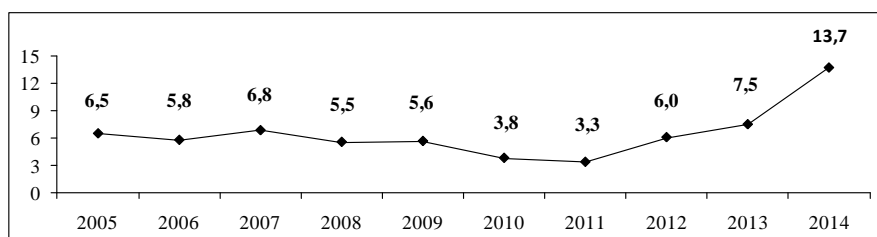


Рис. 5. Динамика промыслового запаса самцов синего краба в Западно-Беринговоморской зоне в 2005-2014 гг. По оси абсцисс – годы, по оси ординат – млн экз.

В 2005–2009 гг. промысловый запас варьировал от 5,5 до 6,8 млн экз., а после 2009 г. начал снижаться и в 2011 г. составил всего 3,3 млн экз. Произошло это и в связи элиминацией старших возрастных групп самцов и под воздействием промысла. В 2012–2013 гг. численность промысловых самцов возросла до 6,0 и 7,5 млн экз. В 2014 г. промысловый запас увеличился до 13,7 млн экз. Это было связано с тем, что большое количество пререкрутов, отмеченное еще в 2010 г. (по данным траловой съемки), к 2012–2013 гг. стали рекрутами и вступили в промысловую часть популяции.

Размерный состав и статистические характеристики самцов синего краба в целом в Западно-Беринговоморской зоне в 2010–2014 гг. представлен на рисунке 6 и таблице.

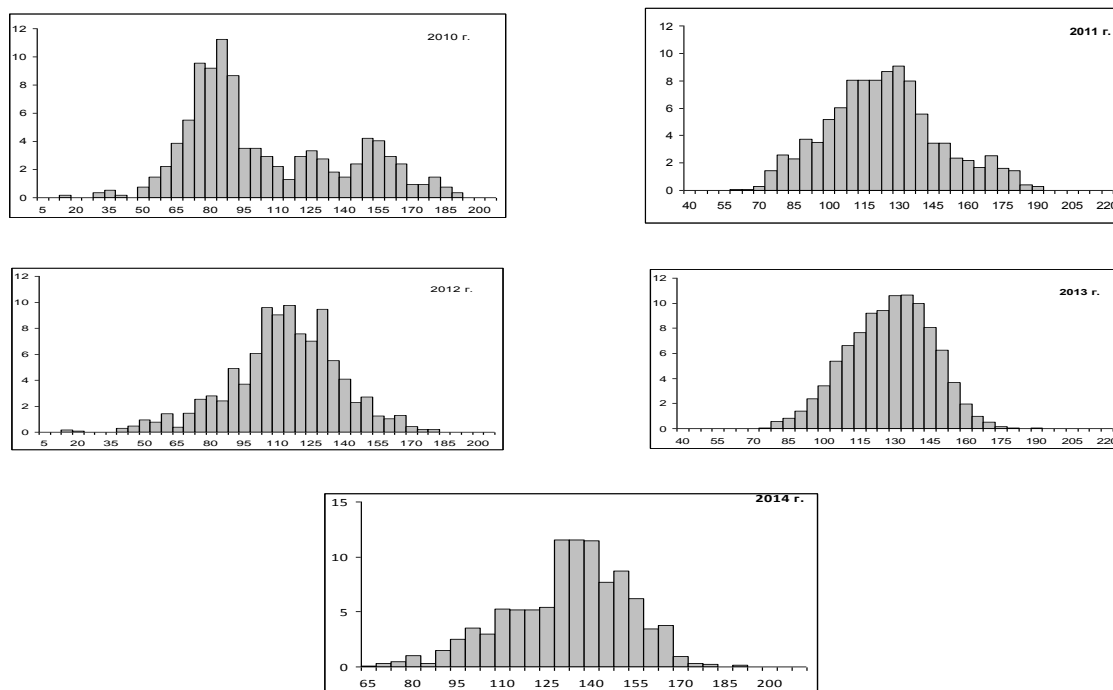


Рис. 6. Размерный состав самцов синего краба в Западно-Беринговоморской зоне в 2010–2014 гг. По шкале абсцисс – ширина карапакса, мм; по оси ординат – частота встречаемости, %

Соотношение разных размерных групп и доля промысловых самцов синего краба в Западно-Беринговоморской зоне в 2006–2014 гг. (по данным ловушечных и траловых съемок), %

| Год | Ширина карапакса, мм | | | | | Доля пр. ♂♂, % |
|------|----------------------|---------|---------|---------|------|-------------------|
| | < 100 | 100–114 | 115–129 | 130–149 | ≥150 | |
| 2006 | 7,2 | 12,4 | 18,7 | 27,5 | 34,2 | 61,7 |
| 2007 | 1,6 | 6,0 | 16,4 | 36,4 | 39,6 | 76,0 |
| 2008 | 2,9 | 4,1 | 11,1 | 33,6 | 48,3 | 81,9 |
| 2009 | 9,4 | 6,3 | 12,7 | 28,3 | 43,3 | 71,6 |
| 2010 | 10,9 | 10,0 | 10,9 | 23,5 | 44,7 | 68,2 |
| 2011 | 14,0 | 19,3 | 24,7 | 26,1 | 15,9 | 42,0 |
| 2012 | 22,4 | 24,7 | 24,3 | 21,4 | 7,2 | 28,6 |
| 2013 | 5,3 | 15,4 | 26,3 | 39,4 | 13,6 | 53,0 |
| 2014 | 6,2 | 11,8 | 15,8 | 42,2 | 24,0 | 66,2 |

В 2014 г. средний размер промысловых самцов составлял $146,0 \pm 0,3$ мм, непромысловых – $111,2 \pm 0,9$ мм. Доля самцов промыслового размера была оценена в 66%.

Анализ межгодовой динамики размерного состава самцов показал, что в последние годы произошли заметные изменения. В 2010–2011 гг. распределение было полимодальным, причем в 2010 г. оно было со сдвигом в сторону самцов промыслового размера, а в 2011 г. – в сторону непромысловых крабов. В 2013 г. размерное распределение снова было мономодальным со сдвигом в сторону крупных особей. Изменения коснулись и соотношения самцов разных размерных групп. Это, прежде всего, относится ко всем самцам промыслового размера и в первую очередь к крупноразмерным особям.

Доля промысловых самцов начиная с 2009 г. начала постепенно снижаться и в 2012 г. составила всего 28% (самый низкий показатель за последние годы). В 2014 г. она увеличилась до 66%.

В настоящее время состояние популяции синего краба в северо-западной части Берингова моря можно оценивать как хорошее, более того, в ближайшие два года следует ожидать повышение промыслового запаса, и, соответственно, увеличение ОДУ.

УДК 574.62:595.384.2(265.51)

П.А. Федотов, В.А. Дегтярева

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «ТИНРО-Центр»

Владивосток, 690091

e-mail: fedotovbash57@mail.ru

**РАСПРЕДЕЛЕНИЕ И НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ БИОЛОГИИ
КРАБА-СТРИГУНА ОПИЛИО (*CHIONOECETES OPILIO*)
В ОЛЮТОРСКО-НАВАРИНСКОМ РАЙОНЕ БЕРИНГОВА МОРЯ**

В данной работе рассматриваются распределение и некоторые особенности биологии краба-стригуна опилио в северо-западной части Берингова моря. Было установлено, что у стригуна опилио, как и ранее, почти 100% запаса находилось в наваринском районе, а анализ межгодовой динамики размерного состава самцов показал незначительное изменение промысловой части популяции. На сегодняшний день состояние популяции стригуна опилио можно считать удовлетворительным с тенденцией к увеличению промыслового запаса.

Ключевые слова: краб-стригун опилио, промысловый запас, размерные группы, Берингово море, Западно-Беринговоморская зона.

P.A. Fedotov, V.A. Degtyarova

Federal State Scientific Institution «TINRO-Center»
Vladivostok, 690091
e-mail: fedotovbash57@mail.ru

DISTRIBUTION AND SOME FEATURES OF BIOLOGY OPILIO CRAB (*CHIONOECETES OPILIO*) IN OLYUTOR-NAVARINO AREA BERING SEA

The distribution and some aspects of life opilio crab in the north-western part of the Bering Sea are presented in the article. It has been found that crab opilio population, as earlier, nearly 100% of the stock was in the region of Navarre. The analysis of the interannual dynamics of the size of the males showed a slight change of the fishing population. Today status of the opilio crab population can be considered satisfactory with a tendency to increase the commercial stock.

Key words: opilio crab, commercial stock, dimensional groups, the Bering sea, west Bering Sea zone.

Краб-стригун опилио является наиболее массовым среди промысловых видов крабов в северо-западной части Берингова моря. Традиционными местами массовых скоплений стригуна опилио были Анадырско-Наваринский район и в меньшей степени район корякского шельфа [1]. На большей части Анадырско-Наваринского района обитали молодые неполовозрелые особи опилио, крабы промыслового размера встречались только в южной части района. Основное промысловое скопление по-прежнему располагалось в наваринском районе.

В данной работе рассматриваются распределение и некоторые особенности биологии краба-стригуна опилио в северо-западной части Берингова моря [2]. Для рационального и эффективно-го использования краба-стригуна опилио необходимо ежегодное получение данных об их популяционной структуре и распределении.

Материалом для данного сообщения послужили данные полученные при выполнении траловых съемок судами ФГУП «ТИНРО-Центр» в 2005, 2008, 2010, 2012 и 2014 гг. в Западно-Беринговоморской промысловой зоне. При проведении съемок использовали донный трал № 27,1/24,4м с вертикальным раскрытием – 3–4 м и горизонтальным раскрытием – 16 м. Нижняя подбора была оснащена двойным набором якорных цепей (150 кг) на 10 см поводцах, верхняя подбора была оснащена 30 кухтылями. В качестве грузов-углубителей применена якорная цепь – по 50 кг. Кутцевая часть оснащена мелкочаеистой вставкой с ячейей 10 мм. Скорость траления изменялась в пределах 2,2–3,3 узлов в зависимости от ветра, волнения, течений, состояния грунтов и в среднем составляла 2,7 узла. Схема станций при проведении донной траловой съемки в 2014 г. приведена на рисунке 1.

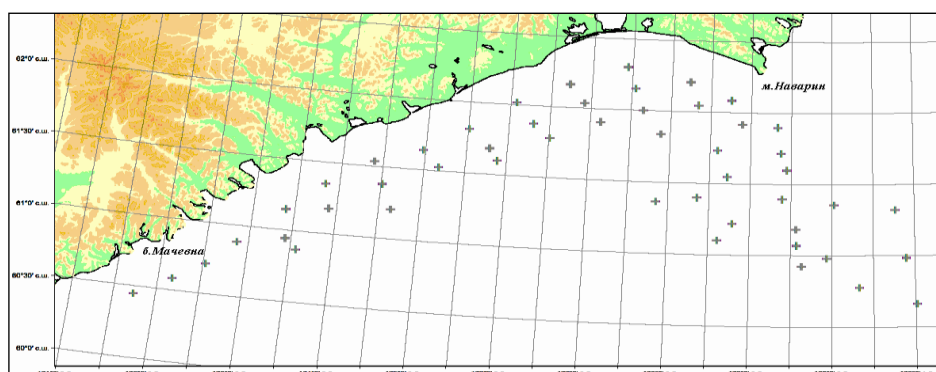


Рис. 1. Схема учетной донной траловой съемки, выполненной в ИЭЗ Западно-Беринговоморской зоны в 2014 г.

Распределение промысловых самцов в указанные выше годы показано на рис. 2.

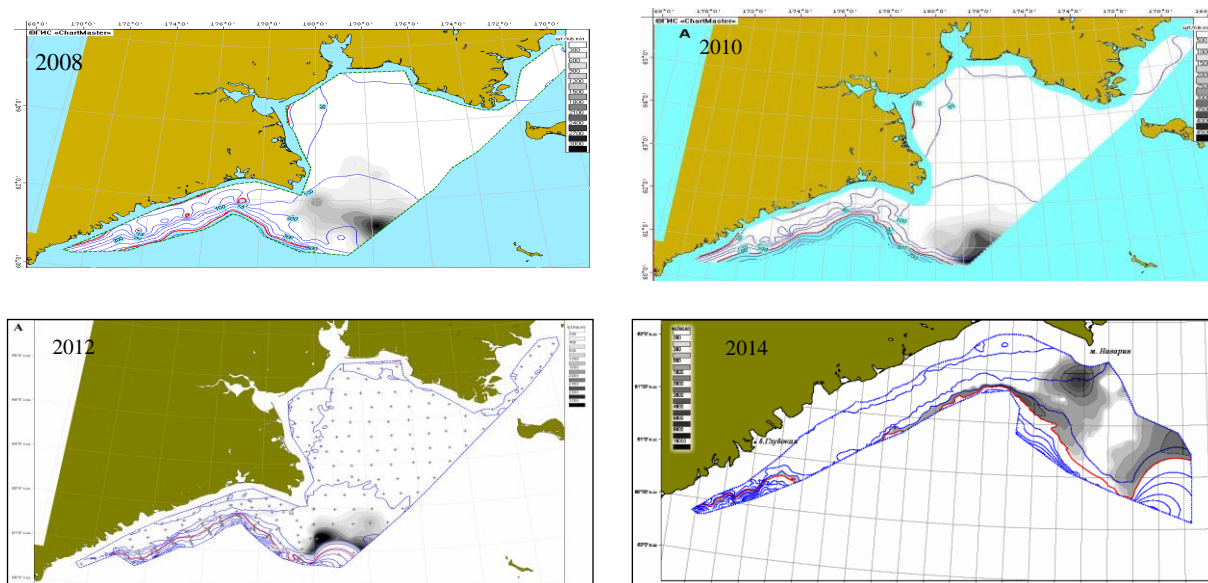


Рис. 2. Распределение промысловых самцов краба-стригуна опилио в северо-западной части Берингова моря по данным съемок 2008, 2010, 2012 и 2014 гг. Шкала – экз./км²

Сбор и обработка биологических материалов осуществлялись по стандартным гидробиологическим методикам, принятым в ТИНРО-Центре [3].

Расчет численности крабов и их запасов выполнялся с помощью компьютерной программы ГИС «КартМастер 4.1». Карты количественного распределения крабов, графики размерного состава и биологического состояния обработаны и выполнены на ПЭВМ с применением программ Statistica 8.0 и Microsoft Excel 8.0. Данные об объеме промыслового изъятия взяты из ИС «Рыболовство».

Выяснено, что в 2014 г. расположение промысловых скоплений по сравнению с прошлыми годами изменилось незначительно [4]. У стригуна опилио, как и ранее, почти 100% запаса находилось в наваринском районе [5]. Динамика промыслового запаса самцов краба-стригуна опилио в 2005–2014 гг. показана на рисунке 3.

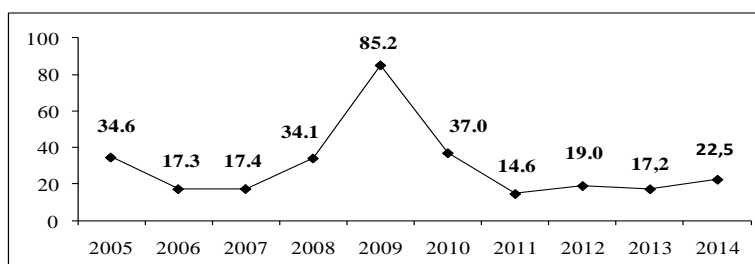


Рис. 3. Динамика промыслового запаса самцов стригуна опилио в северо-западной части Берингова моря в 2005-2014 гг. По оси абсцисс – годы, по оси ординат – млн. экз.

В 2005 г. промысловый запас был оценен в 34,6 млн экз., в 2006–2007 гг. он снизился вдвое. После этого численность промысловых самцов увеличилась в 2008 г. до 34,1 млн экз., а в 2009 г. достигла пика – 85,2 млн экз. Увеличение запаса было связано с естественным пополнением промысловой части популяции многочисленными пререкрутами. В 2010 г. величина промыслового запаса снизилась до 37,0 млн экз., а в 2011 г. – до 14,6 млн экз. В 2012–2013 гг. численность промысловых самцов варьировала в пределах 19,0–17,2 млн экз., в 2014 г. она увеличилась до 22,5 млн экз. Уменьшение численности промысловых самцов в 2011–2013 гг. может быть связано, как с естественной смертностью, особенно особей старших возрастных групп, так и возможной миграцией крабов за границу разделительной линии РФ и США. Следует отметить, что в

2013 г. у пререкрутов I порядка было отмечено увеличение численности до 46,1 млн экз., в 2014 г. она уменьшилась до 28,7 млн экз. [6].

Размерное распределение самцов в 2014 г. было полимодальным. Размеры самцов варьировали от 25 до 127 мм. Средний размер промысловых самцов был равен $107,4 \pm 0,2$ мм, непромысловых – $67,0 \pm 0,6$ мм, общий средний размер – $64,0 \pm 0,2$ мм. Доля самцов промыслового размера была минимальна – 4%. В целом доминировали молодые самцы с шириной карапакса менее 85 мм, их доля была оценена в 89,9%. Четко выделялся пик численности образованный самцами размером 60–75 мм, они составляли 43% от общей численности самцов.

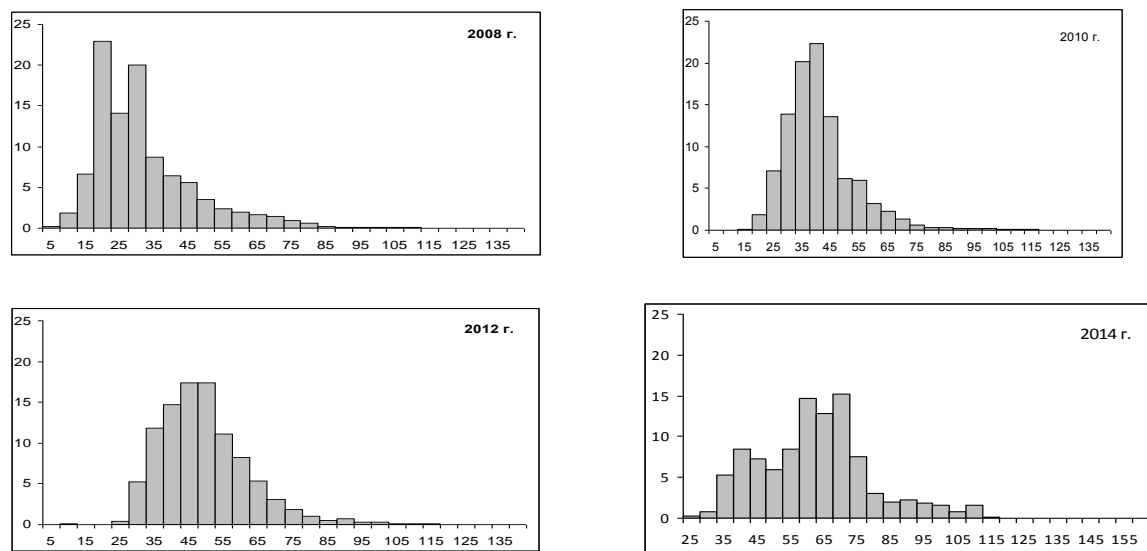


Рис. 4. Размерный состав самцов стригуна опилио в северо-западной части Берингова моря в 2008, 2010, 2012 и 2014 гг., % (по данным траловых съемок). По шкале абсцисс – ширина карапакса, мм; по оси ординат – частота встречаемости, %

Анализ межгодовой динамики размерного состава самцов показал, что в последние годы значительных изменений не было (рисунок 4). В 2005 г. доля самцов промыслового размера была оценена в 6%, в 2008–2012 гг. их доля была минимальна – менее 1% (табл.). Незначительные изменения промысловой части популяции произошло по ряду причин – это и естественная смертность старших возрастных групп, и в какой-то степени влияние промысла.

Таблица

Соотношение размерных групп самцов краба-стригуна опилио в северо-западной части Берингова моря в 2008, 2010, 2012 и 2014 гг. (по данным траловых съемок), %

| Год | Ширина карапакса, мм | | | |
|------|----------------------|-------|---------|-------------|
| | Менее 85 | 85–99 | 100–120 | 120 и более |
| 2008 | 99,3 | 0,4 | 0,3 | 0,0 |
| 2010 | 98,8 | 0,7 | 0,4 | 0,1 |
| 2012 | 97,8 | 1,6 | 0,6 | 0,0 |
| 2014 | 89,9 | 6,0 | 4,0 | 0,1 |

Данные съемок, выполненных в последние годы, показали, что средние размеры промысловых самцов менялись незначительно и варьировали от 107 до 109 мм.

Состояние популяции стригуна опилио можно считать удовлетворительным с тенденцией к увеличению промыслового запаса.

Литература

1. Иванов Б.Г., Соколов В.И. Краб-стригун *Chionoecetes opilio* (Crustacea, Decapoda *Brachyura Majidae*) в Охотском и Беринговом морях. – 1997. – Т. 6 (3/4). – С. 63–86.
2. Исупов В.В. Краб-стригун опилио. О дифференциации группировок в северо-западной части Берингова моря // Рыбн. хозяйство. – № 3. – 2003. – С. 39–41.
3. Руководство по изучению десятиногих ракообразных Decapoda дальневосточных морей / Под рук. В.Е. Родин и др., Тихоокеанский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (ТИНРО), 1979. – 59 с.
4. Федотов П.А. Межгодовая динамика размерного состава краба-стригуна опилио (*Chionoecetes opilio*) в северо-западной части Берингова моря // Тез. докл. XIV межд. науч. конф. «Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей». – Петропавловск-Камчатский, 2013. – С. 12–15.
5. Федотов П.А. Некоторые особенности биологии шельфовых и глубоководных видов крабов в Западно-Беринговоморской зоне // Тез. докл. IV межд. науч. конф. «Морские прибрежные экосистемы и продукты их переработки». – Южно-Сахалинск, 2011. – С. 24–26.
6. Федотов П.А. Летнее распределение и некоторые особенности биологии промысловых видов крабов северо-западной части Берингова моря // Тез. докл. IV Всерос. науч.-практ. конф. «Природные ресурсы их современное состояние, охрана, промысловое и техническое использование». – Петропавловск-Камчатский, 2013. – С. 221–225.

УДК 621.866-83

Д.П. Ястребов, А.А. Марченко

*Камчатский государственный технический университет,
Петропавловск-Камчатский, 683003
e-mail: dyastrebov95@mail.ru*

РАЗРАБОТКА ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА ДЛЯ ГРУЗОПОДЪЕМНЫХ МЕХАНИЗМОВ

Электроприводы с частотным управлением получают распространение на судах рыбопромыслового флота. В условиях низкой энергоэффективности судовых электроприводов применение устройств с возможностью отдачи электроэнергии в судовую сеть является актуальной задачей.

Материал посвящен разработке электропривода грузоподъемного механизма, позволяющего использовать рекуперации без согласования напряжений электродвигателя в генераторном режиме и сети. Представлена функциональная схема, а также дано подробное ее описание. Обоснованы основные преимущества предлагаемого устройства перед существующими системами.

Ключевые слова: асинхронный двигатель, мощность, режим противовключения, номинальный ток, преобразователь частоты, момент, коммутация, частота напряжения.

D.P. Yastrebov, A.A. Marchenko

*Kamchatka State Technical University,
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003
e-mail: dyastrebov95@mail.ru*

DEVELOPMENT OF ENERGY-EFFICIENT ELECTRIC DRIVES FOR LIFTING MECHANISMS

Electric drives with frequency control are spreading on fishing fleet vessels. In terms of low energy efficiency of ship drives the use of devices which are capable to return energy to the ship network is an urgent task.

The article is devoted to the development of electric drive for the lifting mechanism which allows using recovery without the consent of the voltages of the electric motor in the generator mode and network. The functional diagram with detailed description was presented. The main advantages of suggested device were enumerated.

Key words: induction motor, power, opposition mode, rated current, frequency converter, time, switching, voltage frequency.

В настоящее время флот находится в неудовлетворительном техническом состоянии. По официальному прогнозу списания судов до 2017 г. планируется уменьшение судов вдвое. Рыбопромышленники не стремятся к замене действующего флота современными судами, так как зачастую не имеют для этого средств. Единственным решением проблемы является модернизация. В настоящее время большое распространение получили частотные электроприводы [1]. Это объясняется хорошими качествами регулирования скорости, высоким КПД системы и т.д.

Судно является автономной электростанцией, поэтому требования к качеству электрической энергии являются достаточно высокими.

Высокие требования к энергоэффективности такого объекта привели к появлению методов синхронизации генераторных агрегатов, к появлению быстродействующих систем автоматического регулирования напряжения и частоты. Правила Регистра РФ предъявляют серьезные требования к провалам напряжения на судне, которые возникают при включении мощных потребителей переменного тока. Такие провалы могут значительно ухудшить качество электрической энергии и привести к аварийному режиму всей электростанции и потребителей.

Наряду с плавным регулированием скорости частотно регулируемого электропривода данное устройство позволяет улучшить характеристики напряжения на электродвигателе даже в момент провала напряжения электростанции.

Наибольшее распространение получили приводы со звеном постоянного тока, такие устройства наиболее простые и надежные [2]. При переключении с высокой скорости на низкую электродвигатель переходит в режим рекуперативного торможения и отдает энергию в сеть, но так как выпрямитель не пропускает ток в обратном направлении, обратная энергия гасится на специальном разрядном сопротивлении. Данный способ является неэкономичным. Существуют электроприводы с отдачей энергии в сеть. Основная проблема в использовании таких устройств – это согласование отдаваемого сигнала с сигналом сети и сложность управления ключами.

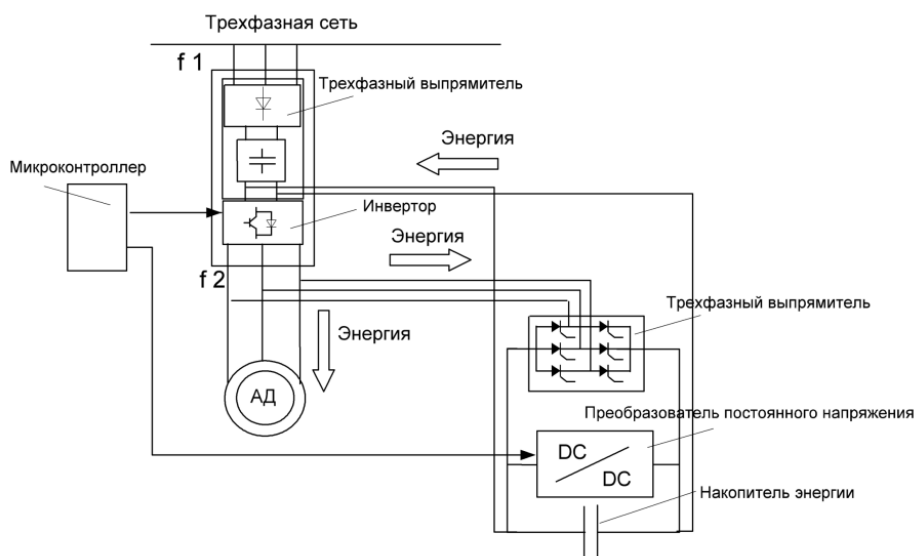
Электроприводы кранов используют рекуперативное торможение с отдачей электроэнергии в сеть, но в данном случае отдача энергии обусловлена не требованиями к энергоэффективности, а необходимостью при использовании простого в реализации вида торможения. До недавнего времени считалось, что сеть является почти бесконечной мощности по сравнению с мощностью электропривода крана и помехи просто теряются в ней, и ими можно пренебречь. Но с увеличением роста частотных электроприводов в разы такая проблема становится актуальной. Тем более если говорить о судне, которое является автономной электростанцией, сеть у которой имеет ограниченную мощность.

При грубой синхронизации генераторов получили распространение реакторы, которые являются реактивным сопротивлением, на которых гасятся уравнивающие токи. Применение данного способа невозможно, так как вся отдаваемая энергия будет выделена в тепло. Использование фильтров, способных пропускать сигнал только определенных частот, также малоэффективно, так как приведет к существенным потерям.

Решением данной проблемы является предлагаемое устройство. Известно, что проблема отдачи энергии в сеть решена в электровозах переменного тока, так как постоянный ток не создает помех при рекуперации. Мы применили комбинированную схему с постоянным и переменным током. Схема представлена на рисунке.

Схема работает следующим образом. На частотный преобразователь подается трехфазное напряжение с частотой 50 Гц. Далее при помощи управляемого инвертора и микроконтроллера происходит резкое понижение частоты. Электродвигатель переходит в режим рекуперативного торможения с отдачей электрической энергии в сеть. При помощи микроконтроллера и преобразователя постоянного напряжения поддерживается напряжение заряда конденсатора через трехфазный выпрямитель. В целях динамического нагружения машины при помощи изменения управляющего сигнала микроконтроллера на инвертор частота напряжения изменяется до но-

минального значения. После разгона электродвигателя данный цикл повторяется снова. Конденсатор разряжается на звено постоянного тока преобразователя частоты в момент разгона машины и подпитывает ее запасенной в момент рекуперации энергией. Тем самым осуществляет экономии электроэнергии.



Комбинированная схема с постоянным и переменным током:
 АД – асинхронный двигатель, DC – преобразователь напряжения

Основными конкурентами предлагаемого устройства являются:

Обычные контактно-релейные краны. Эти устройства морально устарели, так имеют малый срок службы и не имеют возможности сглаживать провалы напряжения.

Частотный электропривод с рекуперацией. Недостатком данного устройства являются создаваемые им помехи в сети.

Гидравлические электроприводы. Устройства данного типа также не могут сглаживать провалы напряжения, что очень важно, но в то же время очень экономичные.

Предлагаемое устройство имеет существенные преимущества. Оно имеет широкую область применения, так как устройство может применяться как на судах, так и на берегу. Также имеет высокую перспективность. В условиях развивающегося частотного привода большинство механизмов на судах будут переводиться в ближайшем будущем на такое управление. Кроме того, устройство обладает высокой энергоэффективностью, которая достигается за счет рекуперации электроэнергии в сеть. Устройство имеет небольшую стоимость, так как применяется преобразователь со звеном постоянного тока, имеет невысокую стоимость по сравнению с преобразователями частоты с непосредственной коммутацией. Относительная простота объясняется проблемой использования электроприводов с отдачей энергии в сеть – это согласование отдаваемого сигнала с сигналом сети и сложность управления ключами.

Устройство найдет широкое применение как на судовых, так и береговых кранах, где применяются электроприводы. В настоящее время инженеры используют привода со звеном постоянного тока, которые при переключении с высокой скорости на низкую переходят в режим рекуперативного торможения и отдают энергию в сеть, но так как выпрямитель не пропускает ток в обратном направлении, обратная энергия сгорает на специальном разрядном сопротивлении.

Литература

1. Марченко А.А., Портнягин Н.Н. Энергоэффективное нагружение асинхронных электродвигателей в процессе послеремонтных испытаний / А. А. Марченко, Н.Н. Портнягин // Вестник Государственного университета морского и речного флота адмирала С.О. Макарова. – СПб.: ГУМРФ им. адмирала С.О. Макарова, 2014. – Вып. 6. – С. 76–84.

2. Марченко А.А. Испытания асинхронного электродвигателя под номинальным током в режиме противоторможения и понижения частоты напряжения / А.А. Марченко // Электротехнические и информационные комплексы и системы. – Уфа, 2012. – Т. 10, № 6. – С. 25–32.

**Секция 3. ОПТИМИЗАЦИЯ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ
В ПРОДУКТЫ ПОТРЕБЛЕНИЯ И ЖИЗНЕОБЕСПЕЧЕНИЯ ЧЕЛОВЕКА**

УДК 664.951.022:004.353

О.В. Агеев, Ю.А. Фатыхов

*Калининградский государственный технический университет,
Калининград, 236022
e-mail: procyon@mail.ru*

**РАЗРАБОТКА ВИДЕОКОМПЬЮТЕРНОГО УСТРОЙСТВА
ДЛЯ СОРТИРОВКИ РЫБЫ НА ОСНОВЕ МЕХАТРОНИКИ**

Показана актуальность разработки современной техники для сортировки соленой рыбопродукции. Предлагается сортировать соленую рыбу по ее удельному весу за счет измерения объема и веса тушек. Описывается разработка видеокomпьютерного устройства для сортировки рыбы на основе мехатроники. Измерение объема осуществляется лазерным триангуляционным локатором. Измерение веса тушек осуществляется тензометрическим блоком. Расчет удельного веса соленой рыбопродукции выполняет ЭВМ. Предлагается строить привод сортирующего механизма на основе шаговых двигателей.

Ключевые слова: рыба, мехатроника, сортировка, видеокамера, тензодатчик, шаговый двигатель.

O.V. Ageev, Ju.A. Fatykhov

*Kaliningrad State Technical University,
Kaliningrad, 236022
e-mail: procyon@mail.ru*

**THE DEVELOPMENT OF VIDEOCOMPUTER DEVICE
FOR FISH SORTING ON MECHATRONICS BASIS**

High priority of developing modern machinery for sorting salted fish products has been demonstrated. Fish sorting by its specific weight through measuring the volume and weight of fish body has been suggested. Development of videocomputer device for sorting out fish on the basis of mechatronics has been described. Volume measuring is performed by laser triangulation locator. Body weight measurement is done by load cell. Specific weight calculation of salted fish is performed by computer. The construction of the drive for sorting mechanism on the basis of stepper motor is suggested.

Key words: fish, mechatronics, sorting out, video camera, load cell, stepper motor.

При производстве соленой деликатесной продукции предъявляются повышенные требования к ее качеству. Важнейшим показателем качества соленой рыбы является среднemasовая концентрация соли в ее тканях (соленость). В соответствии с международными стандартами, разброс концентрации соли от заданного значения не должен превышать $\pm 0,5\%$. Вместе с тем на соленость готовой продукции влияют вид и жирность рыбы, размер тушек, концентрация тузлука, продолжительность посола, интенсивность циркуляции тузлука. В настоящее время изготовление соленой деликатесной продукции выполняется преимущественно методом прерванного посола в циркулирующем тузлуке. При этом в условиях рыбopерерабатывающих производств величина разброса солености рыбы составляет от 1,5 до 3%. Это вызвано неравномерностью просаливания, слеживаемостью рыбы в посольных емкостях, отсутствием средств контроля па-

раметров посола, колебаниями концентрации тузлука, разбросом морфометрических параметров сырья. Поскольку активный контроль солености рыбы в процессе ее посола в настоящее время затруднен из-за отсутствия надежных датчиков и значительного количества возмущающих факторов, требуется сортировка готовой продукции по концентрации соли в тканях. Это обусловлено необходимостью направления соленой рыбы на доработку в случае несоответствия показателя качества продукции требованиям стандарта.

Основной проблемой при отбраковке готовой деликатесной продукции является точное определение солености каждой тушки. Применение методов разрушающего контроля концентрации соли в тканях рыбы (например, титрование) исключается в связи с требованиями сохранности продукта и поточности производства. В связи с этим требуется применение быстродействующего метода для неразрушающего контроля солености готовой продукции.

Основным параметром, позволяющим измерить концентрацию соли в тканях рыбы, является удельный вес тушки. В процессе посола удельный вес тушек увеличивается за счет диффузии соли в ткани рыбы. При этом концентрация соли в тушках возрастает, в то время как концентрация тузлука снижается. Таким образом, контроль качества готовой продукции по такому показателю как соленость может быть достигнут сортировкой рыбы по удельному весу.

Для определения удельного веса тушки требуется измерение ее объема и веса. Для отслеживания изменения удельного веса рыбы в процессе посола требуется измерение удельного веса нескольких экземпляров до обработки. Так как удельный вес необработанного одновидового сырья в пределах одной партии практически одинаков, этот параметр используется в качестве начального значения.

В отрасли известно устройство для сортировки рыбы, включающее конвейер, содержащий две ленты, установленные под острым углом одна к другой, а также блок считывания, выполненный в виде телекамеры с полупрозрачным экраном и цветными светофильтрами. Сортирующие механизмы выполнены в виде оси, расположенной перпендикулярно к конвейеру, и сужающейся вниз пластины, установленной на оси с возможностью поворота и регулирования щели между лентами конвейера. Блок анализа и управления соединен с блоком считывания и сортирующими механизмами. Устройство осуществляет сортировку рыбы по размерным фракциям за счет формирования видеоизображения тушек в блоке считывания, распознавания образа рыбы в блоке анализа и управления, получения информации о геометрической форме и размерах тушек, а также об их окраске и оттенках кожного покрова.

Недостатком устройства являются получение плоского видеоизображения тушки рыбы, что не позволяет измерить ее объем. Применение в сортирующих механизмах сужающихся вниз пластин, входящих в щель между лентами конвейера, ограничивает максимальные размеры обрабатываемой рыбы шириной пластин и упругостью лент. Кроме того, соприкосновение пластин с лентами конвейера приводит к рывкам в движении рыбы, что вносит определенную погрешность при получении видеоизображения рыбы. В устройстве отсутствует приспособление для контроля прохождения тушки в поле зрения видеокамеры, что обуславливает необходимость постоянного опроса видеокамеры блоком анализа и управления. В устройстве отсутствует приспособление для измерения веса тушек, что не позволяет рассчитывать удельный вес продукта и выполнять сортировку по солености.

Как показывает проведенный анализ [1], устройство для сортировки целесообразно строить на основе мехатроники. Мехатроника исследует синергетическое объединение механических устройств с электронными, электротехническими и вычислительными компонентами с целью проектирования и производства качественно новых модулей, систем, машин и комплексов машин с интеллектуальным управлением их функциональными движениями. Такой подход является универсальным и применяется в построении машин с качественно новыми характеристиками.

Предлагаемое устройство решает задачу сортировки рыбы по ее солености на основе определения удельного веса тушки рыбы. Это достигается за счет оснащения устройства датчиком веса и лазерным источником излучения. Блок анализа и управления программируется на вычисление объема тушки, ее удельного веса, а также формирования команды соответствующему сортирующему механизму на отвод тушки с конвейера в заданном направлении.

Для достижения необходимого технического результата в устройстве для сортировки рыбы, блок считывания оснащен лазерным источником излучения, расположенным над конвейерной лентой и проецирующим на нее лазерную линию, ориентированную перпендикулярно направле-

нию движения рыбы. Под конвейерной лентой расположен датчик веса, связанный с блоком анализа и управления, который запрограммирован на последовательное вычисление объема тела рыбы и удельного веса рыбы. Сортирующие механизмы выполнены в виде направляющих заслонок, связанных с шаговыми двигателями, и установлены оппозитно по обеим сторонам конвейера с возможностью поочередного поворота в горизонтальной плоскости над конвейерной лентой для отвода тушки с конвейера в заданном направлении.

В основе принципа работы лазерного триангуляционного измерителя лежит метод определения расстояния между лоцируемым объектом контроля и приемником излучения канала регистрации с использованием тригонометрических соотношений в треугольнике, образованном ветвями каналов подсвета и регистрации изображения, а также расстоянием между ними – базой [2].

Триангуляционный метод измерения формы тела рыбы использует способность сканирующего лазерного луча распространяться в хорошо коллимированной форме на значительное расстояние. В лазерном источнике развертка лазерного луча в линию осуществляется вращающимся зеркалом. Лазерный луч освещает точку на поверхности рыбы, расстояние до которой от лазерного источника необходимо измерить. Отраженное от исследуемой точки излучение попадает в видеодатчик, выполненный в виде видеокамеры, которая установлена на некотором расстоянии от лазерного луча. При этом лазерный источник, точка на поверхности рыбы и видеодатчик образуют треугольник.

Объектив видеокамеры фокусирует отраженный свет на фоточувствительной матрице. Положение яркого пятна на матрице определяется направлением входящего луча, соответствующим углу между лазерным лучом и отраженным светом. За счет этого вычисляется расстояние от лазерного источника до облучаемой точки на поверхности рыбы.

Поскольку обеспечивается развертка лазерного луча вращающимся зеркалом, тушка рыбы освещается лазерной линией, причем на фоточувствительной матрице видеокамеры формируется двумерное изображение светового профиля тела рыбы. Развертка сканирующего излучения по третьей координате вдоль тела рыбы является механической, так как тушка рыбы перемещается конвейером, и пересекает лазерную линию. За счет этого осуществляется формирование трехмерного образа тела рыбы по последовательности световых профилей [2].

Наличие блока анализа и управления, выполненного в виде микроЭВМ, позволяет рассчитать методом триангуляции размеры тела рыбы по видеоизображению светового профиля тушки, сформировать трехмерный образ рыбы, рассчитать объем тела рыбы, вычислить удельный вес рыбы по объему и весу тушки, а также сформировать управляющие команды для шаговых двигателей. Программа микроЭВМ позволяет на основании информации об удельном весе рыбы осуществлять автоматическую сортировку тушек на три фракции, которые соответствуют качественному продукту, а также изделиям с недостаточной и повышенной соленостью [3].

Режим работы направляющих заслонок характеризуется как режим поворота или порционирования вала шаговых двигателей. Таким образом, цель состоит в обеспечении строгой пропорциональности между суммарным углом поворота и числом поданных импульсов, то есть в исключении накапливаемой ошибки. При этом закон движения во времени и фазовая траектория движения произвольны. Внутри интервала движения не устанавливается определенного соответствия между мгновенным положением исполнительного вала и номером или моментом подачи каждого управляющего импульса. Динамическая ошибка лимитируется только условиями сохранения устойчивости движения. Подобным требованиям отвечает разомкнутый электропривод на основе шагового двигателя [4].

Разомкнутый шаговый электропривод непосредственно реагирует на импульсные команды, причем информационная характеристика сигнала определяется только частотой и числом импульсных посылок. Изменения в определенных пределах амплитуды и формы импульса не нарушают нормальной работы. Скорость вращения и суммарный угол поворота вала двигателя пропорциональны соответственно частоте и числу поданных импульсов. При отсутствии сигнала коммутация фаз прекращается, поле в рабочем зазоре двигателя останавливается, а шаговый двигатель развивает значительный статический момент (синхронизирующий момент). Это позволяет приводу фиксировать конечные координаты любых перемещений. Таким образом, дискретный разомкнутый привод с шаговым двигателем является синхронно-импульсным следящим приводом, сочетающим в себе возможности глубокого частотного регулирования скорости с возможностями числового задания пути и надежной фиксации конечных координат.

В качестве измерителя веса используется быстродействующий тензометрический датчик на основе тензорезистора. При измерении веса рыбы измеряемой механической величиной является сила, которая воздействует на упругий элемент тензометрического датчика, вызывая его деформацию в пределах диапазона измерений, пропорциональную силе [5].

На рис. 1 представлена схема предлагаемого устройства для сортировки рыбы. На рис. 2 представлена схема предлагаемого устройства для сортировки рыбы без ленты конвейера.

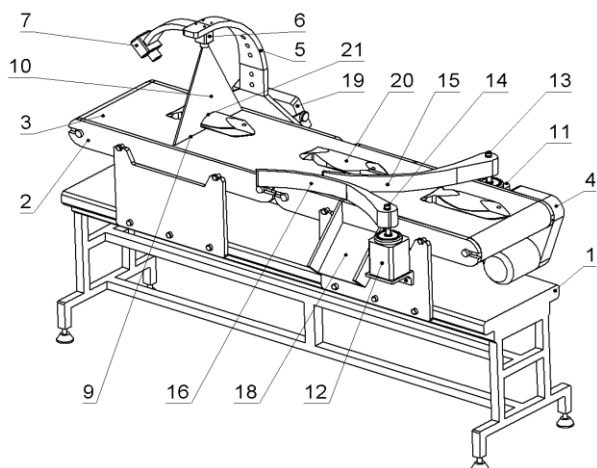


Рис. 1. Схема видеокомпьютерного устройства для сортировки рыбы

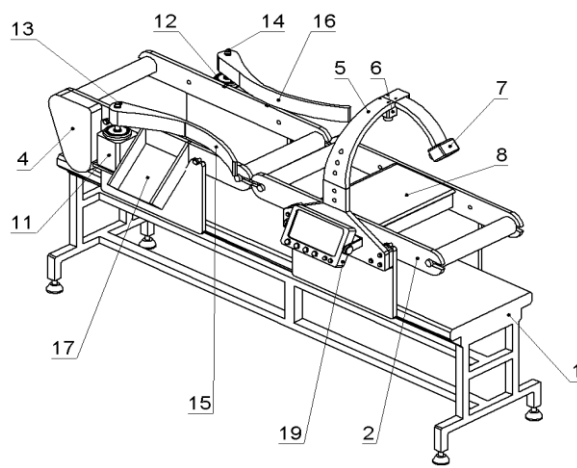


Рис. 2. Схема видеокомпьютерного устройства для сортировки рыбы без ленты конвейера

На схемах приняты следующие обозначения: 1 – опорная стойка; 2 – конвейер; 3 – лента; 4 – привод; 5 – кронштейн; 6 – лазерный источник излучения; 7 – видеокамера; 8 – датчик веса; 9 – лазерная линия; 10 – плоскость лазерного излучения; 11, 12 – шаговый двигатель; 13, 14 – вал шагового двигателя; 15, 16 – направляющая заслонка; 17, 18 – лоток отвода рыбы; 19 – блок анализа и управления; 20 – тушка рыбы; 21 – световой профиль тушки.

В предлагаемом техническом решении повышение точности и производительности сортировки рыбы по удельному весу, автоматизация операции сортировки осуществляется за счет получения трехмерного образа рыбы, формируемого из видеоизображения светового профиля тушки. Световой профиль тушек образуется лазерной линией, проецируемой на поверхность тела рыбы лазерным источником излучения. По мере перемещения тушки через лазерную линию световой профиль рыбы изменяется, поскольку размеры тела рыбы в различных секущих плоскостях различаются. Последовательность световых профилей тушки, записанных видеокамерой через определенные промежутки времени, формируют трехмерный образ рыбы. На основе трехмерного образа рыбы вычисляется объем ее тела. Датчик веса позволяет измерить вес тушки, что в совокупности с вычисленным объемом тела позволяет рассчитать удельный вес рыбы, в зависимости от которого выполняется автоматическая сортировка продукции. Применение шаговых двигателей с закрепленными на их валах направляющими заслонками позволяет существенно повысить производительность устройства и автоматизировать сортировку рыбы по удельному весу.

Разработка видеокомпьютерного устройства создает реальную основу для повышения качества готовой продукции и производительности оборудования. Вместе с тем предлагаемое изделие может использоваться для сортировки улова по размерам, видам и весовым характеристикам.

Литература

1. Фатыхов Ю.А. Мехатроника в рыбозаделочном оборудовании: Монография / Ю.А. Фатыхов, О.В. Агеев. – Калининград: ФГОУ ВПО «КГТУ», 2008. – 279 с.
2. Фатыхов Ю.А. Разработка средств лазерной локации для мехатронного оборудования пищевых производств / Ю.А. Фатыхов, О.В. Агеев // Электронный научный журнал Института холода и биотехнологий. Серия: Процессы и аппараты пищевых производств [Электронный ресурс]. – СПб.: НИУ ИТМО. – 2013. – № 1 (март). – Шифр: Эл № ФС77-33458. – Режим доступа: <http://processes.open-mechanics.com/articles/706.pdf>

3. Агеев О.В. Разработка видеокomпьютерного модуля для мехатронного комплекса первичной обработки рыбы / О.В. Агеев, Ю.А. Фатыхов // Известия Калининградского государственного технического университета. – 2014. – № 34. – С. 113–126.

4. Фатыхов Ю.А. Перспективы применения цифрового электропривода в мехатронном разделочно-филетировочном оборудовании / Ю.А. Фатыхов, О.В. Агеев // Известия Калининградского государственного технического университета. – 2012. – № 27. – С. 11–19.

5. Фатыхов Ю.А. Разработка весоконтрольного модуля для мехатронного комплекса порционирования пищевых продуктов / Ю.А. Фатыхов, О.В. Агеев // Электронный научный журнал Санкт-Петербургского национального исследовательского университета информационных технологий, механики и оптики. Серия: Процессы и аппараты пищевых производств [Электронный ресурс]. – СПб.: НИУ ИТМО. – 2014. – № 3 (21). – Шифр: ЭЛ № ФС77–55245. – Режим доступа: <http://processes.ihbt.ifmo.ru/file/article/10460.pdf>.

УДК [639.2:33](571.66)

А.В. Андруцкий

*Камчатский государственный технический университет
Петропавловск-Камчатский, 683003
e-mail: andreyski@mail.ru*

ОЦЕНКА ОСНОВНЫХ СОСТАВЛЯЮЩИХ РАЗВИТИЯ РЫБНОЙ ОТРАСЛИ КАМЧАТКИ

Рассмотрены показатели устойчивого развития рыбного хозяйства Камчатского края, дана оценка работы рыбохозяйственного комплекса и его экономической устойчивости в настоящее время.

Ключевые слова: устойчивое развитие, рыбная промышленность, экономическое развитие, водные биоресурсы, Дальний Восток.

A.V. Andrutskiy

*Kamchatka State Technical University,
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003
e-mail: andreyski@mail.ru*

EVALUATION OF THE MAIN COMPONENT OF THE DEVELOPMENT OF FISH INDUSTRY IN KAMCHATKA

Indicators of sustainable development of fisheries in Kamchatka were analyzed. The work of fishery industry and its present economic stability was assessed.

Key words: sustainable development, the fishing industry, economic development, aquatic resources, the Far East.

В современной политической и экономической ситуации вопрос об устойчивом развитии различных отраслей нашей страны встает наиболее остро. Каждый регион должен максимально продуктивно использовать свой уникальный потенциал. В Камчатском крае рыбная промышленность исторически являлась и является основной отраслью в силу географического положения этого региона. Дальневосточный бассейн обладает значительными запасами водных биоресурсов, и данное обстоятельство необходимо использовать максимально эффективно, то есть,

прежде всего, обеспечить устойчивое развитие рыбной отрасли. Это значит, что промышленный пресс должен регулироваться таким образом, чтобы поддерживался баланс между выловом и воспроизводством водных биоресурсов, иными словами, эти ресурсы не должны истощаться. При этом должна быть достигнута и экономическая эффективность, есть все предпосылки для полноценного импортозамещения, к тому же российские объекты промысла имеют естественное происхождение, а не выращены в садках, в отличие от значительной части импортной продукции, что по известным причинам является серьезным конкурентным преимуществом.

Для оценки экономической устойчивости рыбохозяйственного комплекса Камчатки необходимо проанализировать ряд важнейших показателей его работы [1, 2]. На рисунке 1 представлена динамика количества занятых в этой отрасли за последние несколько лет. Количество занятых в рыболовстве и обрабатывающих производствах непостоянно, при уменьшении средней численности работников рыболовства происходит увеличение средней численности работников обрабатывающих производств. Однако видно, что общая численность занятых в рыбной промышленности уверенно идет вниз. Это является тревожным сигналом, ведь динамика численности работников, в данном случае нисходящая, в значительной степени отражает состояние отрасли.

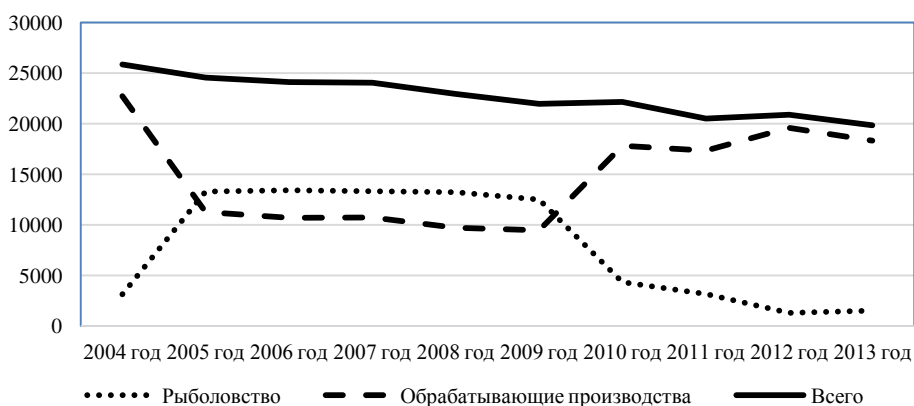


Рис. 1. Среднегодовая среднесписочная численность работников организаций рыбной промышленности Камчатки, чел.

Следующим показателем устойчивого развития является количество действующих организаций рыбной отрасли Камчатки, динамика изменения которых отражена на рис. 2.

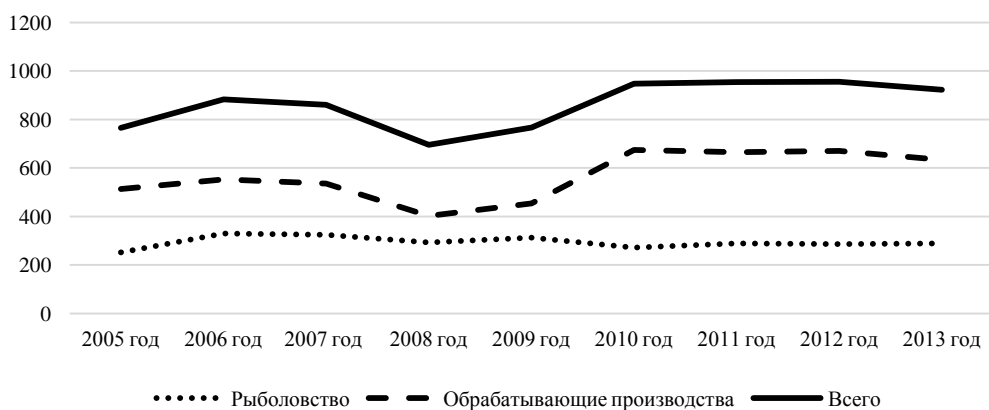


Рис. 2. Число действующих организаций Камчатского края в области рыбной промышленности

За рассматриваемый период 2005–2013 гг. количество организаций остается относительно стабильным, за исключением кризиса 2008 г. Однако уменьшение количества занятых в рыбной промышленности при сохранении количества организаций указывает на уменьшение числа работников в самих организациях, в связи с этим можно предположить, что в скором времени последует сокращение их количества.

На рис. 3 показано изменение среднемесячной заработной платы работников рыбохозяйственного комплекса Камчатки, для объективности данных которой был учтен уровень инфляции в России. С учетом инфляции среднемесячная номинальная начисленная заработная плата работников как в сфере рыболовства, так и обрабатывающих производств имеет тенденцию к стабильному росту. Данный факт можно объяснить улучшением социально-экономической ситуации в целом.

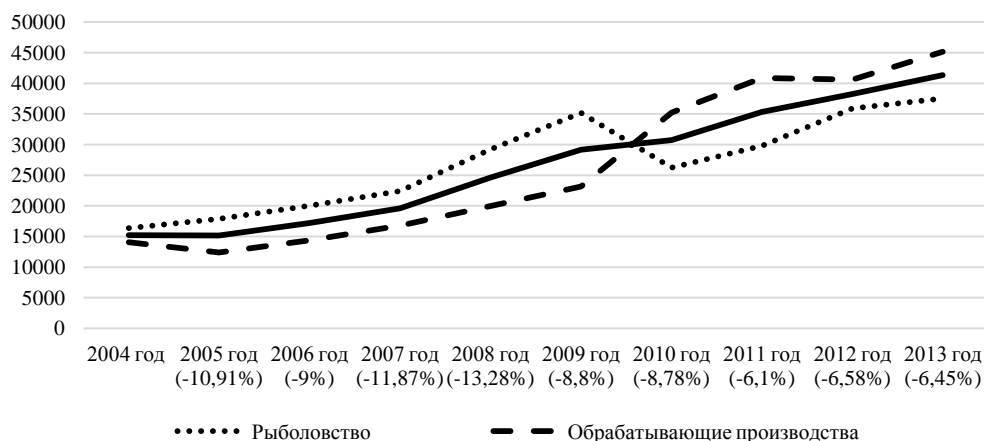


Рис. 3. Среднемесячная номинальная начисленная заработная плата работников организаций, руб.

Изменение индекса производства отрасли также характеризует ее устойчивое развитие. Этот показатель всегда сравнивается с предыдущим годом (рис. 4).

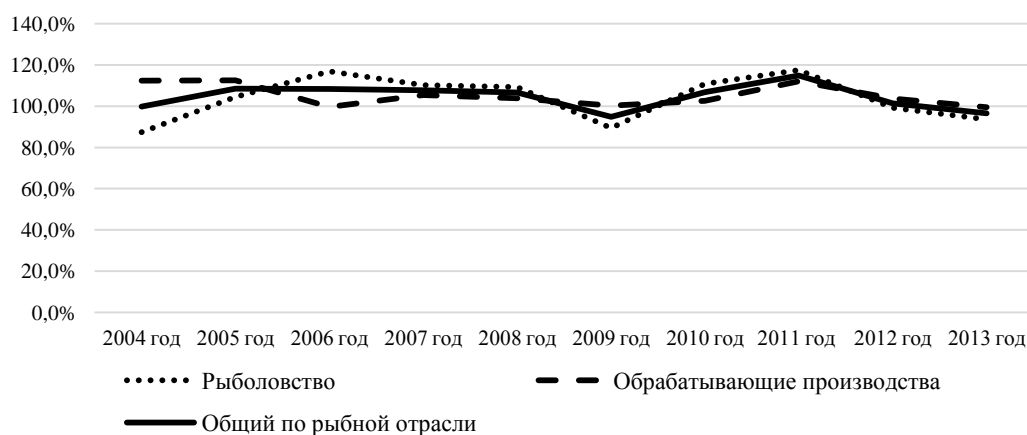


Рис. 4. Индексы производства
(в процентах к предыдущему году)

В общем, по рыбной отрасли данный индекс практически всегда равен или превышает 100%, что говорит о росте производства от года к году. Однако в последний год наблюдается замедление роста производства, первый раз за три года оно уменьшилось к предыдущему периоду, что может быть связано как с достижением в последние 2 года некоего предела роста для текущего момента развития промышленности, так и с уменьшением количества занятых в отрасли.

Изменения одного из важнейших экономических показателей работы рыбохозяйственного комплекса – сальдированного финансового результата рыбной отрасли Камчатки (прибыль минус убыток) представлено на рисунке 5. Как следует из рисунка, в кризис 2008 г. финансовый результат отрасли ушел в область отрицательных значений. Далее последовал рост, который достиг своего пика в 2012 г., позже опять пошел резкий спад.

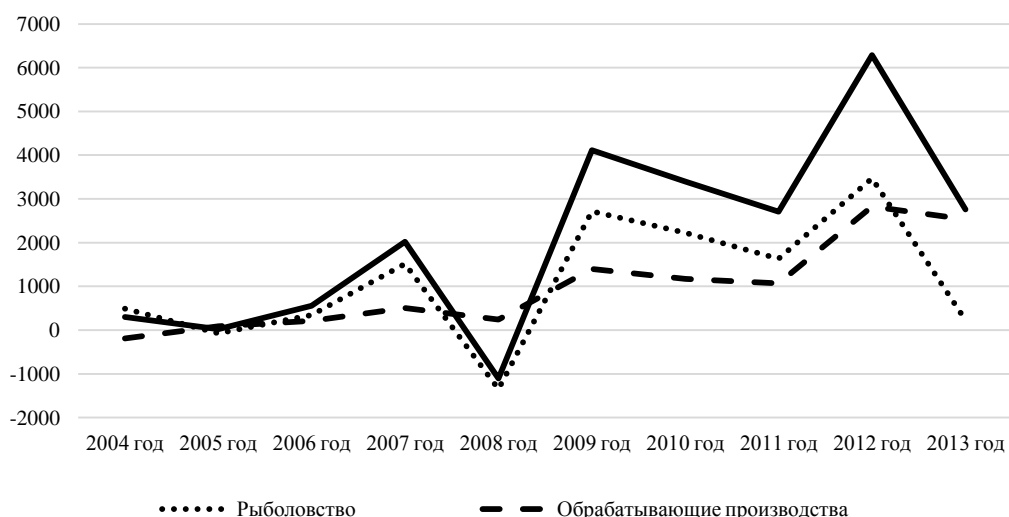


Рис. 5. Сальдированный финансовый результат рыбной отрасли Камчатки (прибыль минус убыток), млн. рублей

Отметим, что финансовые результаты обрабатывающих производств остаются наиболее стабильными. Однако в целом по отрасли данный показатель неустойчив, непостоянен, из года в год резко колеблется, что свидетельствует о существовании проблем в рыбной отрасли Камчатки и о тенденции ее неустойчивого экономического развития на данный момент.

Таким образом, можно заключить, что кризис 2008 г. серьезно затронул рыбохозяйственный комплекс. Прослеживается спад ряда показателей, которые позже восстановились и даже превзошли докризисные значения. Однако в настоящее время нельзя говорить об экономической устойчивости отрасли. Численность занятых постоянно уменьшается, а следовательно, уменьшается и размер самой отрасли, также нестабильны финансовые результаты, что обуславливает экономическую неустойчивость промышленности. Но можно отметить и положительные моменты. Современную экономическую, а также политическую ситуацию необходимо грамотно использовать для развития рыбной промышленности. Дальневосточный бассейн обладает богатейшими запасами лососевых, что дает возможность активно проводить политику импортозамещения. Рассматривая вопрос доставки биоресурсов в центральные регионы страны, следует пересмотреть имеющуюся систему ветеринарного контроля, которая является одним из основных препятствий своевременной доставки рыбной продукции, а также серьезно увеличивает издержки предприятий.

Литература

1. Рыболовство, переработка и консервирование рыбо- и морепродуктов в Камчатском крае. Статистический сборник / М.В. Завадская, Г.Ф. Дворка, О.М. Зайкова, Н.Г. Курина. – Петропавловск-Камчатский: Министерство рыбного хозяйства Камчатского края, 2010. – 40 с.
2. Рыболовство, переработка и консервирование рыбо- и морепродуктов в Камчатском крае. Статистический сборник / М.В. Завадская, Г.Ф. Дворка, О.М. Зайкова, Н.Г. Курина. – Петропавловск-Камчатский: Министерство рыбного хозяйства Камчатского края, 2014. – 51 с.

УДК 664.858

К.М. Афанасьева, А.А. Фарафонова

*Камчатский государственный технический университет,
Петропавловск-Камчатский, 683003
e-mail: oleinikovaks@yandex.ru*

ХАРАКТЕРИСТИКА АССОРТИМЕНТА МАРМЕЛАДНЫХ ИЗДЕЛИЙ И НАПРАВЛЕНИЯ РАСШИРЕНИЯ АССОРТИМЕНТА

Приведена характеристика ассортимента мармелада. Рассмотрены структурообразователи и вкусо-ароматические добавки, используемые при производстве мармелада. Охарактеризованы особенности производства продукции. Приведены литературные данные по рецептурам мармелада. Представлены характеристики некоторых растительных сырьевых источников для обогащения продукции.

Ключевые слова: мармелад, лесные ягоды, жимолость, голубика, брусника, клюква, вороника, малина, морошка, княженика, рябина, дерена, толокнянка.

K.M. Afanas'eva, A.A. Farafonova

*Kamchatka State Technical University,
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003
e-mail: oleinikovaks@yandex.ru*

CHARACTERISTIC ASSORTMENT OF FRUIT JELLY PRODUCTS AND EXTENDING THE RANGE

The characteristic range of jelly was described. The builders and flavor additives used in production of marmalade were analyzed. The features of the articles production were characterized. The literature data on marmalade products recipe were given. The characteristics of some vegetable raw material sources for the enrichment of product were presented.

Key words: candy, wild berries, honeysuckle, blueberry, bilberry, cranberry, veronica, raspberry, cloudberries, kniagina, rowan, derain, bearberry.

Мармелад – кондитерское изделие желеобразной структуры, приятного кисло-сладкого вкуса, упругой консистенции, получаемое путем уваривания в вакуум-аппаратах хорошо протертого фруктово-ягодного пюре или раствора студнеобразующих веществ с сахаром и патокой.

Версий происхождения этого продукта несколько.

Возможно, что античные греки сгущали на солнце соки или измельченные в пюре вареные фрукты, однако это еще не было мармеладом [1]. По некоторым данным, мармелад считается поздней европейской разновидностью рахат-лукума, где меньше сладости и больше фруктов. Название мармелада произошло от португальского слова «айва», так как первый мармелад в Европе варили из айвового сока. В Англии мармеладом называют апельсиновый джем [2].

Также считается, что мармелад изобрели французы в XVIII в. Изначально его готовили из айвы и яблок. Однако существуют сведения, что в Европе о существовании этого лакомства знали еще в XIV в.. Некоторые исследователи считают прообразом мармелада одну из восточных сладостей – рахат-лукум, о существовании которого известно уже не одно тысячелетие. Ранее в его состав входили розовая вода, крахмал, мед и другие составляющие [3].

Известно, что до похода крестоносцев на Восток сахара в Европе не было, и варенья также. Сахар появился намного позже. Это был американский тростниковый сахар. Только после его популяризации в Европе стали появляться различные кондитерские изделия, в том числе и мармелад [3].

Изначально мармелад носил название «твердое варенье». Французские кондитеры заметили, что при уваривании абрикоса, яблок или айвы получается застывшая, твердая масса. В настоящее время известно, что это происходит благодаря пектину, полезные свойства которого были описаны уже в наше время. Тогда же французы выделили данные фрукты в качестве основы.

Определили, что яблоки, айва и абрикос содержат пектин, полезные качества которого открыли не так давно. Именно эти фрукты французские кондитеры взяли за основу мармелада, добавляя к ним понемногу другие плоды или соки из них. Когда в XIX в. стало возможно получать пектин искусственным путем, то объемы производства этой сладости заметно выросли [3, 4].

Мармелад называют самой полезной сладостью. Мармелад является низкокалорийной сладостью (калорийность около 300 ккал на 100 г), не содержит жир, обладает диетическими достоинствами. Учитывая, что рекомендуемая суточная доза сахара 50–60 г, гораздо полезнее заметить этот объем сахара 4–5 дольками мармелада. Диетологи также рекомендуют заменять мармеладом и сухофруктами мучные и сахаристые кондитерские изделия [5].

Ассортимент мармеладных изделий на российском рынке разнообразен: мармелад желеобразный, дольки фруктовые, мармелад трехслойный, мармелад жевательный, мармелад в шоколаде, мармелад фигурный [6].

По способу формирования мармелад подразделяют на пластовой, формовой, резной. В зависимости от использованного сырья – фруктово-ягодный, желеобразный и фруктово-желеобразный мармелад [7].

Основой для фруктово-ягодного мармелада является яблочное пюре, получаемое обычно из зимних сортов яблок. Чтобы разнообразить вкус, к яблочному пюре добавляют клюквенное, рябиновое или другое ягодное или фруктово-ягодное пюре. В состав желеобразного мармелада обязательно входят желирующие компоненты – пектин, агар или желатин [7].

Расширение ассортимента мармеладных изделий в основном направлено на получение мармелада различной формы, повышение пищевой и биологической ценности, обогащение витаминами, аминокислотами, минеральными веществами; на разработку лечебно-профилактических продуктов и продуктов для детского питания, а также на снижение сахароёмкости изделий.

Для приготовления мармеладных изделий чаще всего используют фруктово-ягодное сырье. С целью повышения пищевой и биологической ценности кондитерских изделий целесообразно применять лесные ягоды. Лесные ягоды обладают полноценным спектром минералов, витаминов и других полезных компонентов (природные пищевые волокна, пектины, биофлавоноиды, органические кислоты и т.д.). Перед садовыми ягодами лесные имеют одно важное преимущество – они превосходят их по вкусовым качествам, аромат у «диких» плодов выражен сильнее. К сожалению, размер лесных ягод меньше, чем у искусственно выведенных, и сбор урожая занимает больше времени [8].

На Камчатке наиболее распространенными «дикими» ягодами являются жимолость, голубика, брусника, клюква, малина, морошка, княженика, рябина [9].

Жимолость синяя (Lonicera caerulea) – плоды богаты витаминами С (до 80 мг%), Р (до 1400 мг%), а также А, В₁, В₂ и Р-активными соединениями, макроэлементами (калием, магнием, фосфором, кальцием) и микроэлементами (железом, медью, марганцем, кремнием, йодом) [9, 10].

Голубика болотная (Vaccinium uliginosum) – имеет сладкие, темно-фиолетовые ягоды, которые являются богатым источником антиоксидантов. По этой причине голубику называют одним из доступных для человека «суперпродуктов», который может служить защитой нашего организма от появления раковых клеток. Голубика богата витаминами и минеральными веществами (табл. 1) [9, 12].

Таблица 1

Химический состав ягод голубики [11]

| Вещества | Содержание, г в 100 г | Витамин | Содержание, мг в 100 г | Макроэлемент | Содержание, мг в 100 г |
|-----------------|-----------------------|------------------------|------------------------|--------------|------------------------|
| Вода | 87,7 | Витамин Е | 1,4 | Калий | 51 |
| Углеводы | 6,6 | Витамин С | 20 | Кальций | 16 |
| Пищевые волокна | 2,5 | Витамин В ₁ | 0,01 | Магний | 7 |
| Липиды | 0,5 | Витамин В ₂ | 0,02 | Натрий | 6 |
| Белки | 1,0 | Витамин РР | 0,3 | Фосфор | 8 |
| Зола | 0,3 | – | – | – | – |

Голубика вулканическая (Vaccinium vulcanorum) – имеет округленные зеленовато-голубые ягоды, которые содержат около 8% полезных сахаров (фруктозы, глюкозы и сахарозы), а также достаточный объем органических кислот (лимонной, яблочной, уксусной и пр.). Богата пектинами, клетчаткой и микроэлементами, витаминами группы В, витамином С. Одним из главных преимуществ этой ягоды является наличие в ней антоциана – растительного пигмента, выступающего в роли активного антиоксиданта [9, 13].

Брусника (Vaccinium vitis-idaea) – самая распространенная на Камчатке ягода. Ягоды брусники имеют в своем составе огромное количество полезных для человека организма веществ (табл. 2) [9, 11].

Таблица 2

Химический состав ягод брусники [11]

| Вещества | Содержание, г в 100 г | Витамин | Содержание, мг в 100 г | Макроэлемент | Содержание, мг в 100 г |
|-----------------|-----------------------|------------------------|------------------------|--------------|------------------------|
| Вода | 86 | Витамин А | 0,08 | Калий | 90 |
| Углеводы | 8,2 | Витамин Е | 1,0 | Кальций | 25 |
| Пищевые волокна | 2,5 | Витамин С | 15 | Магний | 7 |
| Липиды | 0,5 | Витамин В ₁ | 0,01 | Натрий | 7 |
| Белки | 0,7 | Витамин В ₂ | 0,02 | Фосфор | 16 |
| Зола | 0,2 | Витамин РР | 0,2 | – | – |

Ягоды брусники богаты углеводами, около 15% от них составляют глюкоза, сахароза, фруктоза. В них содержатся дубильные вещества, пектины, органические кислоты (яблочная, салициловая, лимонная и др.). Бензойная кислота, содержащаяся в бруснике, способствует длительному хранению ягод [9, 14].

Клюква (Oxycoccus palustris) – ягоды содержат сахара (3–6%), пектины, органические кислоты (хинную, бензойную, лимонную и т.д.), дубильные и азотистые вещества, витамины, макро- и микроэлементы, фитонциды, биофлавоноиды [9, 15]. Химический состав ягод клюквы представлен в таблице 3.

Таблица 3

Химический состав ягод клюквы [11]

| Вещества | Содержание, г в 100 г | Витамин | Содержание, мг в 100 г | Макроэлемент | Содержание, мг в 100 г |
|-----------------|-----------------------|------------------------|------------------------|--------------|------------------------|
| Вода | 88,9 | Витамин Е | 1,0 | Калий | 119 |
| Углеводы | 3,7 | Витамин С | 15 | Кальций | 14 |
| Пищевые волокна | 3,3 | Витамин В ₁ | 0,02 | Магний | 15 |
| Липиды | 0,2 | Витамин В ₂ | 0,02 | Натрий | 1 |
| Белки | 0,5 | Витамин В ₆ | 0,08 | Фосфор | 11 |
| Зола | 0,3 | Витамин В ₉ | 0,001 | – | – |
| – | – | Витамин РР | 0,2 | – | – |

Малина сахалинская (Rubus sachalinensis) – ягоды содержат салициловую кислоту, в состав малины входят антиоксидантные вещества, которые нейтрализуют патогенную флору кишечника, действие токсинов и ядов [9]. Благодаря наличию меди и своим антидепрессивным свойствам малина рекомендуется людям, подверженным нервному перенапряжению, переутомлению [9, 16]. Химический состав ягод малины приведен в таблице 4.

Таблица 4

Химический состав ягод малины [11]

| Вещества | Содержание, г в 100 г | Витамин | Содержание, мг в 100 г | Макроэлемент | Содержание, мг в 100 г |
|-----------------|-----------------------|-------------------------|------------------------|--------------|------------------------|
| Вода | 84,7 | Витамин Е | 0,6 | Калий | 224 |
| Углеводы | 8,3 | Витамин А | 0,017 | Кальций | 40 |
| Пищевые волокна | 3,7 | Витамин С | 25 | Магний | 22 |
| Липиды | 0,5 | Витамин В ₁ | 0,02 | Натрий | 10 |
| Белки | 0,8 | Витамин В ₂ | 0,05 | Сера | 16 |
| Зола | 0,5 | Витамин В ₅ | 0,2 | Фосфор | 37 |
| – | – | Витамин В ₆ | 0,07 | Хлор | 21 |
| – | – | Витамин В ₉ | 0,006 | – | – |
| – | – | Витамин В ₁₂ | 0,002 | – | – |
| – | – | Витамин РР | 0,2 | – | – |

Морошка (Rubus chamaemorus) – ягоды морошки содержат сахара, белки, клетчатку, дубильные и пектиновые вещества, органические кислоты (лимонную, яблочную). Сладкие плоды богаты витаминами, минеральными веществами [9, 17, 18]. Химический состав ягод малины приведен в таблице 5.

Таблица 5

Химический состав ягод морошки [11]

| Вещества | Содержание, г в 100 г | Витамин | Содержание, мг в 100 г | Макроэлемент | Содержание, мг в 100 г |
|-----------------|-----------------------|------------------------|------------------------|--------------|------------------------|
| Вода | 85 | Витамин Е | 0,5 | Калий | 275 |
| Углеводы | 7,7 | Витамин А | 0,017 | Кальций | 36 |
| Пищевые волокна | 3,4 | Витамин С | 25 | Магний | 17 |
| Липиды | 0,2 | Витамин В ₁ | 0,01 | Натрий | 21 |
| Белки | 0,6 | Витамин В ₂ | 0,03 | Фосфор | 33 |
| Зола | 0,6 | Витамин В ₅ | 0,06 | – | – |
| – | – | Витамин В ₆ | 0,14 | – | – |
| – | – | Витамин В ₉ | 0,003 | – | – |
| – | – | Витамин Н | 0,0025 | – | – |
| – | – | Витамин РР | 0,2 | – | – |

Рябина бузинолистная (Sorbus sambucifolia) – ягоды широко применяются в пищевой промышленности. Ягоды рябины содержат яблочную, лимонную, винную и янтарную кислоты, дубильные и пектиновые вещества, сорбозу, глюкозу, фруктозу, сахарозу, сорбит, сорбиновую кислоту, аминокислоты, эфирные масла, соли калия, кальция, магния, натрия, железа, марганца, меди. Богаты плоды рябины витамином С и каротином. В семенах ягод содержится до 20% жирных масел [9, 20]. Химический состав рябины представлен в таблице 6.

Таблица 6

Химический состав ягод рябины [11]

| Вещества | Содержание, г в 100 г | Витамин | Содержание, мг в 100 г | Макроэлемент | Содержание, мг в 100 г |
|-----------------|-----------------------|------------------------|------------------------|--------------|------------------------|
| Вода | 81,1 | Витамин Е | 1,4 | Калий | 230 |
| Углеводы | 8,9 | Витамин А | 0,75 | Кальций | 42 |
| Пищевые волокна | 5,4 | Витамин С | 70 | Магний | 33 |
| Липиды | 0,2 | Витамин В ₁ | 0,05 | Фосфор | 17 |
| Белки | 1,4 | Витамин В ₂ | 0,02 | – | – |
| Зола | 0,8 | Витамин РР | 0,5 | – | – |

В связи с ростом «пищевой грамотности» потребители предъявляют все более высокие требования к пищевым продуктам, особенно с позиций их «натуральности» и полезности. В связи с этим разработка новых рецептур мармеладных изделий с целью расширения их ассортимента и удовлетворения потребительского спроса, является актуальным направлением технологии. Современные тенденции в производстве кондитерских изделий направлены на использование определенных видов сырья и вспомогательных материалов, которые бы обеспечивали достижение прогнозируемой пищевой ценности готовой продукции. Применение лесных ягод, которыми богата Камчатка, позволит расширить ассортимент мармеладных изделий, повысить пищевую и биологическую ценность готовых продуктов.

Дальнейшие исследования будут направлены на разработку новых рецептур и технологических режимов приготовления мармелада с дикорастущими ягодами Камчатки.

Литература

1. Сокольский И. Мармеладная история // Наука и жизнь. – 2013. – № 10. – С. 59–60.
2. Электронный ресурс. – Режим доступа: <http://kedem.ru/history/20080709-desert>. – Дата обращения 02.02.2015. – 19:42.
3. Электронный ресурс. – Режим доступа: <http://povarusha.ru/kulinar/1824-iz-istorii-zevira.html>. – Дата обращения 02.02.2015. – 19:50.
4. Электронный ресурс. – Режим доступа: http://pastila.umi.ru/allnews/istoriya_poyavleniya_marmelada. – Дата обращения 02.02.2015. – 20:34.

5. Электронный ресурс. Режим доступа: <http://chtoestchto.ru/katalog-produktov/produkty-pitaniya/konditerskie-izdeliya/marmelad-2>. – Дата обращения 02.02.2015. – 20:40.
6. Мармелад. Технические условия. ГОСТ 6442. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2004. – 14 с.
7. Электронный ресурс. Режим доступа: <http://agro-molmash.ru/tehnologii/tehnologiya-proizvodstva-marmelada-zhele/syire-dlya-proizvodstva-marmelada>. – Дата обращения 03.02.2015. – 18:25.
8. Электронный ресурс. Режим доступа: <http://mir-yagod.ru>. – Дата обращения 03.02.2015. – 18:40.
9. Электронный ресурс. Режим доступа: <http://www.visitkamchatka.ru/nature/flora/plants.php>. – Дата обращения 03.02.2015. – 19:50.
10. Электронный ресурс. Режим доступа: <http://www.greeninfo.ru/fruits/Lonicera.html>. – Дата обращения 03.02.2015. – 20:04.
11. Скурихин И.М., Тутельян В.А. Таблицы химического состава и калорийности российских продуктов питания: Справочник. – М.: ДеЛи принт, 2007. – 276 с.
12. Электронный ресурс. Режим доступа: <http://www.nazdor.ru/topics/food/products/current/464311/> – Дата обращения 03.02.2015. – 20:10.
13. Электронный ресурс. Режим доступа: <http://mir-yagod.ru/golubika>. – Дата обращения 03.02.2015. – 20:15.
14. Электронный ресурс. Режим доступа: <http://mir-yagod.ru/brusnika>. – Дата обращения 03.02.2015. – 20:22.
15. Электронный ресурс. Режим доступа: <http://mir-yagod.ru/klyukva>. – Дата обращения 03.02.2015. – 20:26.
16. Электронный ресурс. Режим доступа: <http://mir-yagod.ru/malina>. – Дата обращения 03.02.2015. – 20:45.
17. Электронный ресурс. Режим доступа: <http://mir-yagod.ru/moroshka>. – Дата обращения 03.02.2015. – 20:53.
18. Электронный ресурс. Режим доступа: http://www.greeninfo.ru/wild_growing/rubus_chamaemorus.html. – Дата обращения 03.02.2015. – 21:00.
19. Электронный ресурс. Режим доступа: <http://mir-yagod.ru/knyazhenika>. – Дата обращения 03.02.2015. – 21:30.
20. Электронный ресурс. Режим доступа: http://www.greeninfo.ru/decor_trees/sorbus_sambucifolia.html. – Дата обращения 03.02.2015. – 21:43.

УДК [664.955:639.222.2]:581.6

М.В. Благодирова, В.Ю. Руденко

*Камчатский государственный технический университет,
Петропавловск-Камчатский, 683003
e-mail: mblagoravova@mail.ru*

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ВНЕСЕНИЯ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ НА ОРГАНОЛЕПТИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ И КАЧЕСТВО ИКРЫ СЕЛЬДИ ТИХООКЕАНСКОЙ ЯСТЫЧНОЙ

В статье дается характеристика растительного сырья, перспективного при производстве икры сельди с растительными добавками, приводятся результаты исследования влияния внесения растительного сырья на органолептические и физико-химические показатели качества икры сельди тихоокеанской ястычной.

Ключевые слова: растительное сырье, икра сельди, водоудерживающая способность.

M.V. Blagonravova, V.U. Rudenko

*Kamchatka State Technical University,
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003
e-mail: mblagonravova@mail.ru*

RESEARCH OF PLANT RAW MATERIALS INTRODUCTION INFLUENCE ON ORGANOLEPTIC CHARACTERISTICS AND QUALITY OF PACIFIC HERRING CHEAP OVARY CAVIAR

Description of plant raw materials which is perspective in production of herring caviar with vegetable additions is given in the article. The results on research of plant raw materials introduction influence on physical and chemical quality indexes of Pacific herring caviar.

Key words: plant raw materials, herring caviar, water-retaining ability.

В настоящее время при производстве соленой рыбной продукции важное место уделяется разработке и внедрению экологически чистых, ресурсосберегающих, экономически выгодных технологий, удовлетворяющих в максимальной степени потребности человека в необходимых для его жизнедеятельности веществах. Развитие производства соленой рыбной продукции направлено на расширение ассортимента пресервов за счет внесения различных вкусовых и ароматических добавок, увеличивающих сроки хранения готового продукта [1].

Пресервы из икры сельди – деликатесный продукт, пользующийся постоянным спросом потребителей. Технологическое использование икры сельди тихоокеанской в производстве соленой продукции обусловлено наличием в тканях активных комплексов протеолитических ферментов и достаточно большого количества липидов. Эти факторы, при правильном проведении технологического процесса, обеспечивают биохимическое созревание полуфабриката и придание продукту соответствующего вкуса, аромата и консистенции, благодаря чему он может быть использован в пищу без какой-либо дополнительной кулинарной обработки. Но наличие высокого содержания липидов в тканях сельди приводит к быстрому окислению и, следовательно, к сокращению сроков хранения готовых пресервов, поэтому необходимо вносить добавки с компонентами, обладающими антиокислительными свойствами.

На Камчатке произрастает большое количество дикорастущего и садового растительного сырья, которое обладает антиокислительными свойствами и может использоваться в качестве компонентов для пресервов. Внесение таких компонентов в пресервы, вероятно, увеличит сроки хранения готового продукта. В этой связи разработка технологии производства икры сельди тихоокеанской ястычной с использованием растительного сырья, обладающего антиокислительными свойствами, является актуальным направлением исследования в технологии посола рыбы.

Целью исследований является разработка технологии икры сельди тихоокеанской ястычной с использованием растительных компонентов, обладающих антиокислительными свойствами.

Из дикорастущих растений на территории Камчатского края в значительных количествах произрастает *черемша дальневосточная (Allium ochotense)*, или охотский лук. Другое ее название – медвежий лук. Произрастает в каменноберезовых лесах в западных, центральных, восточных и южных районах Камчатки, по восточному побережью – до Уки. Запасы по ареалу произрастания большие. Невысокое растение 10–20 см высотой с двумя широкими продолговатоланцетными сочными листьями с чесночным запахом. Цветки белые или желтоватые, собраны в шаровидный зонтик. Луковица узкая, около 1,5 см в диаметре. Черемша размножается вегетативно. Всходы семян появляются одними из первых ранней весной сразу после схода снега, но лишь на 2-й год после посева. В апреле дают 2 листа, в июне рост прекращается. К осени образуется шильца листьев. Лишь на 3-й год растения ветвятся, и на 4-й год зацветают. Растет черемша среди кустарников, в березняке, на прогалинах [2].

В черемше содержится витамина С в 10–15 раз больше, чем в плодах лимона или апельсина, до 730 мг%, каротина – 4%, белков – 2,4%, углеводов – 6,5%, также присутствуют сапонины, эфирные масла, органические кислоты, большое количество фитонцидов. В пищу черемшу употребляют в свежем, соленом и квашеном виде. В народной медицине этот лук применяют при лихорадке, ревматизме, кашле, для лечения цинги, атеросклероза, заболеваний щитовидной

железы. Он оказывает тонизирующее, пептолитическое и слабое мочегонное действие. В пищу употребляют стебель, листья и луковичу растения. Листья черемши обычно собирают весной, до цветения. На вкус листья черемши напоминают зелень чеснока и лука, они богаты витамином С. Собранную траву используют в свежем виде как пряность в салаты, супы, овощи, как начинку для пирогов. Траву квасят, солят и маринуют; в сушеном состоянии черемша теряет часть своих ценных качеств. На Кавказе преимущественно черемшу используют в горячих блюдах, а сырые луковички, которые собирают также до цветения, едят с хлебом и солью. В Германии с черемшой также пекут хлеб (нем. *Bärlauchbrot*) и пироги (нем. *Bärlauchkuchen*), используют в горячих блюдах, добавляют вместо базилика в особенный вид песто (нем. *Bärlauchpesto*).

Черемша повышает аппетит, увеличивает секрецию пищеварительных желез, усиливает моторную функцию кишечника. Растение обладает бактерицидным, фунгицидным и противогрибковым действием. Черемша – лекарственное растение, известное еще древним германцам, кельтам и римлянам. При археологических исследованиях в поселениях эпохи неолита в предгорьях Альп нередко находили следы черемши, что предполагает ее использование еще 5000 лет назад. Черемша обладает противоглистным и антимикробным действием (благодаря высокому содержанию фитонцидов). Рекомендуется употреблять ее при цинге и атеросклерозе, в народной медицине употребляется тысячелетиями, в том числе при лихорадке, как противоглистное и антимикробное средство, при различных кишечных инфекционных заболеваниях. В Древнем Риме и в средневековье черемша считалась хорошим средством для очищения желудка и крови. В старинных медицинских трактатах черемша упоминается как надежное предохранительное средство во время эпидемий чумы, холеры и других заразных болезней. Настоем из черемши лечатся при лихорадке, кашле, бронхите, ревматизме и радикулите. Его можно принимать внутрь, натирать или делать примочки. С древних времен медвежий лук был известен как противосклеротическое средство, способное «поддерживать мужество». Черемша препятствует накоплению холестерина в крови, стимулирует сердечную деятельность, снижает кровяное давление и способствует нормализации обмена веществ [3].

Смородина – кустарник высотой до 2 м. Многочисленные ветви усыпаны множеством круглых ягод. Плоды многосемянные, цвет зависит от вида. Самыми распространенными являются черная, красная и белая смородина. Растение встречается по всей Европе. Широко культивируется в садоводстве. Дикие растения по своим качествам не уступают культурным. Растет смородина в природе по берегам рек, озер, возле болот, между кустарниками и в сырых лесах. В южных областях растение часто встречается в горах. Растение разводили на Руси в монастырских садах еще в XI в. Сведения о ее лекарственных свойствах встречаются в лечебниках и травниках XV–XVI столетий. В 1701 г. при переписи она была зарегистрирована во многих садах России. Заготавливают ягоды в период их полной зрелости и листья (их собирают после созревания ягод). Из них готовят чай, настои и отвары (из расчета 2–3 столовые ложки сухого сырья на 500 мл кипятка); пьют по 1/2–1 стакану 3–5 раз в день при простудных заболеваниях, подагре, ревматизме, болезнях мочевого пузыря, камнях в почках и мочевом пузыре, туберкулезе легких, болезнях кожи, витаминной недостаточности, при онкологических заболеваниях.

В ягодах смородины содержатся сахара, органические кислоты, минеральные соли, пектины, аскорбиновая кислота. В красной смородине также содержатся дубильные и красящие вещества. Витамина С в ягодах черной смородины содержится 100–300 мг/100 г, в красной – 25–50 мг/100 г, в белой – 4,5 мг/100 г, Р-активных веществ – 1000–1200 мг/100 г, 350–400 мг/100 г и 450–500 мг/100 г соответственно. Красная смородина богата кумаринами, черная – витаминами В₉, К₁, каротином, фолиевой кислотой, тиамином, рибофлавином, а-токоферолом, никотиновой кислотой, калием и железом, азотистыми веществами.

В народной медицине свежие и сухие ягоды рекомендуют при желудочно-кишечных заболеваниях (язвенной болезни желудка и двенадцатиперстной кишки, гастритах с пониженной кислотностью и др.), при нарушении ритма сердечной деятельности. Высушенные листья активны в отношении дизентерийной палочки и могут применяться в качестве вспомогательного средства, повышающего активность антибиотиков. Листья смородины применяют также в составе витаминных сборов с листьями малины, брусники и плодов шиповника. Черная смородина используется для лечения и профилактики цинги и в комплексе лечебных мероприятий при различных заболеваниях, связанных с кровоточивостью. Листья смородины используют как пряность при засолке овощей и грибов. Молодые листья применяют для приготовления диетических сахарос-

нижающих салатов и ароматизации кваса, сухие листья – для заварки чая, добавляют в соусы. Ягоды имеют кисло-сладкий вкус и особый аромат. Чрезвычайно ценны по обилию в ягодах витамина С. Их употребляют в свежем и переработанном виде. Из ягод готовят кисели, сиропы, соки, настойки, вина, ликеры, варенье, желе, пастилу, начинки для конфет.

Смородина красная – маленький листопадный кустарник семейства Крыжовниковые (*Grossulariaceae*). В таблицах 1, 2, 3 приведено содержание пищевых веществ на 100 г съедобной части красной смородины [2].

Таблица 1

Пищевая и энергетическая ценность красной смородины

| Показатель | Значение | Показатель | Значение |
|----------------------|----------|-----------------------------|----------|
| Белки | 0,6 г | Ненасыщенные жирные кислоты | 0,1 г |
| Жиры | 0,2 г | Насыщенные жирные кислоты | 0,1 г |
| Углеводы | 7,7 г | Моно- и дисахариды | 7,7 г |
| Пищевые волокна | 3,4 г | Минеральные вещества | 0,6 г |
| Органические кислоты | 2,5 г | Энергетическая ценность | 43 ккал |
| Вода | 85 г | – | – |

Естественная область распространения красной смородины находится в лесной зоне по всей Евразии, где произрастает в диком виде. Встречается на лесных опушках, предпочитает берега рек или ручьев, образует заросли. В Восточной Сибири и на Дальнем Востоке произрастает смородина малоцветковая (*R. pauciflorum Turcz.*) – кустарник высотой до 1,5 м, с пушистыми желтовато-серыми побегам. Листья 5–8-лопастные, диаметром 5–8 см, тусклые. Цветки колокольчатые или бокальчатые, желтоватые, собраны в 2–8-цветковые, длиной до 3 см, кисти. Ягоды крупные, диаметром до 1,3 см, очень ароматные и сладкие, обладают высокими вкусовыми качествами. Цветет в мае – июне, ягоды созревают в июле. Растет одиночно или небольшими зарослями в горных и пойменных и лиственных лесах, по опушкам, сильно разрастается на гарях. Дает обильную корневую поросль [2].

Таблица 2

Содержание макро- и микроэлементов в красной смородине

| Макроэлемент | Содержание | Макроэлемент | Содержание |
|--------------|------------|-----------------------|------------|
| Кальций | 36 мг | Калий | 275 мг |
| Магний | 17 мг | Фосфор | 33 мг |
| Натрий | 21 мг | Железо (микроэлемент) | 0,9 мг |

Таблица 3

Содержание витаминов в красной смородине

| Витамин | Содержание | Витамин | Содержание |
|---------------------------------------|------------|---|------------|
| Витамин РР | 0,2 мг | Витамин В ₆ (пиридоксин) | 0,1 мг |
| β-каротин | 0,2 мг | Витамин В ₉ (фолиевая кислота) | 3 мкг |
| Витамин А (РЭ) | 33 мкг | Витамин С | 25 мг |
| Витамин В ₁ (тиамин) | 0,01 мг | Витамин Е (ТЭ) | 0,5 мг |
| Витамин В ₂ (рибофлавин) | 0,03 мг | Витамин Н (биотин) | 2,5 мкг |
| Витамин В ₅ (пантотеновая) | 0,06 мг | Витамин РР (ниациновый эквивалент) | 0,3 мг |

Брусника обыкновенная (Rhodococcum vitis-idaea) – небольшой многолетний кустарник семейства Вересковые высотой 15–25 см с ползучим корневищем и прямостоячими ветвистыми стеблями. Произрастает по всей Камчатке, включая северные районы. Цветет брусника в конце весны – начале лета. Плод – ярко-красная, блестящая, шаровидная, горьковатая на вкус ягода, до 8 мм в диаметре. Созревает в августе – сентябре [2, 3, 4, 5].

Лесные ягоды богаты витаминами, ценными питательными веществами, микроэлементами. Дополняя пищевой ассортимент, они оказывают положительное действие на функционирование жизненно важных систем организма. В ягодах брусники имеется ряд биологически важных ве-

ществ – сахара, органические кислоты, витамины, дубильные вещества. В таблице 4 приведен химический состав ягод брусники. Основную часть сырого веса в процентном отношении составляет вода, которой содержится в ягодах брусники от 83 до 85%. В сухом веществе ягод первое место занимают углеводы, второе – кислоты. Другие вещества содержатся в незначительных количествах. Из сахаров в бруснике найдены глюкоза, фруктоза, сахароза с преобладанием первых двух. Сахароза может совсем отсутствовать. Общее количество сахаров в ягодах брусники увеличивается по мере их созревания почти в 10 раз.

Таблица 4

Химический состав ягод брусники

| Вещество | Среднее содержание, % сырой массы | Вещество | Среднее содержание, % сырой массы |
|------------------------|-----------------------------------|---|-----------------------------------|
| Вода | 83,69 | Фруктоза | 4,86 |
| Нерастворимые вещества | 4,08 | Свободные кислоты (в пересчете на яблочную кислоту) | 1,98 |
| Растворимые вещества | 13,24 | Дубильные вещества | 0,252 |
| Сахара | 8,74 | Клетчатка | 1,80, |
| Инвертный сахар | 8,20 | Азотистые вещества | 0,69 |
| Сахароза | 0,53 | Минеральные вещества | 0,26 |
| Глюкоза | 3,91 | Фосфорная кислота | 0,035 |

Ягоды брусники содержат в среднем 1,8% сырой клетчатки. Это объясняется тем, что ягоды обычно анализируют вместе с семенами, которые богаты этим веществом. При влажности семян 5,97% в них содержится 38,56% клетчатки и безазотистых экстрактивных веществ. В созревших ягодах брусники содержится 0,8–1,0% пектиновых веществ (0,56–0,86 растворимого пектина и 0,17–0,24% протопектина). С созреванием ягод в них отмечается увеличение количества растворимого пектина. Содержание протопектина увеличивается незначительно, причем определенной закономерности изменения этого показателя не было обнаружено. Содержание арбутина в процессе созревания ягод уменьшается в 3–4 раза (от 1,10–1,61% в зеленых ягодах до 0,29–0,38% в спелых). Аналогично изменяется и содержание дубильных веществ (0,9–1,5% в зеленых ягодах и 0,4–0,6% в созревших). В перезревших ягодах наблюдается некоторое увеличение количества дубильных веществ.

В ягодах брусники Дальнего Востока найдено 2,49% свободных кислот и 0,06% летучих кислот, перегоняющихся с водяным паром. Из органических кислот в ягодах брусники содержатся лимонная, яблочная, винная, салициловая, борная и бензойная. Лабораторным анализом полностью созревших ягод обнаружено 1,3% лимонной кислоты и 0,3% яблочной кислоты на сырую массу. Винной кислоты найдено 56 мг в 100 см³ брусничного сока.

Бензойная кислота представляет собой антисептик, сдерживающий процесс брожения в брусничном соке. Количественными анализами содержания бензойной кислоты в ягодах брусники, проводившимися рядом зарубежных и отечественных исследователей, установлено, что содержание ее в брусничном соке составляет 0,067–0,086%, в спелых ягодах 0,05–0,20%. Существенное влияние на количество бензойной кислоты в бруснике оказывают особенности условий произрастания, погодные условия вегетационного периода и ряд других факторов. Бензойная кислота в бруснике находится не только в свободном, но и в связанном состоянии – в виде глюкозида вакцининина, расщепляющегося на глюкозу и бензойную кислоту. Этот факт, впервые опубликованный в 1910 г., привлек интерес исследователей. В дальнейшем было установлено, что количество свободной бензойной кислоты в ягодах колеблется от 0,054 до 0,144%, а количество вакцининина – от 0,0342 до 0,1244%. В отличие от бензойной кислоты в свободном состоянии вакцининин не обладает антисептическими свойствами.

Оценивая полезные свойства дикорастущих ягод, необходимо заметить, что они не исчерпываются наличием абсолютных количеств тех или иных биологически активных веществ. Ценность их возрастает во много раз благодаря тому, что присутствующие в ягодах вещества образуют биохимические комплексы, действующие в одном взаимоусиливающем направлении. Из биологически активных веществ брусники наибольший интерес представляет группа полифенольных или Р-активных соединений (антоцианы, лейкоантоцианы, катехины), многие из которых обладают Р-витаминной активностью. Кроме полифенолов в ягодах брусники найдены в

небольших количествах витамины группы В – 0,03 мг%, Е – 1,0 мг%, провитамин А (каротин) – 0,05–0,10 мг%. В составе ягод брусники имеется небольшое количество минеральных веществ (0,26–0,35% сырой массы): магний, кальций, железо, калий, натрий, фосфор, марганец, кремний. Обнаружены также барий, стронций, свинец, цинк, хром, молибден и ряд других элементов. Как видно, помимо ряда ценных нутриентов и балластных веществ в плодах брусники содержится также вещество, обладающее консервирующими свойствами – бензойная кислота.

С целью исследования влияния антиокислительных свойств растительного сырья на качество ястычной икры из сельди с растительными добавками проводились исследования органолептических и физико-химических показателей пресервов из соленой ястычной икры сельди тихоокеанской с добавлением измельченных плодов красной смородины, брусники, а также черемши. Плоды смородины и брусники содержат аскорбиновую кислоту, обладающую статическим, фунгицидным действием по отношению к плесневым грибам и бактериям, а также проявляющую ингибирующие, антиокислительные свойства, в особенности в отношении липидов рыбы. Также ягоды смородины содержат токоферолы, являющиеся природными антиокислителями жиров и предотвращающие образование перекисей. Известно, что действие токоферолов значительно усиливается при их применении совместно с другими антиокислителями, в данном случае совместно с аскорбиновой кислотой. Кроме того ягоды красной смородины облепихи очень ароматные, имеют приятный кисло-сладкий вкус [6, 7, 8]. Можно предположить, что их использование при производстве ястычной икры из сельди позволит получить продукт с приятным вкусом и выраженными антиокислительными свойствами. Немаловажным обстоятельством является то, что в качестве антиокислителя, в данном случае предполагается использовать исключительно натуральное сырье.

С целью изучения влияния внесенных компонентов на органолептические показатели икры из сельди проведена органолептическая оценка образцов с растительными добавками методом балльных шкал. Результаты приведены в табл. 5, 6, 7.

Пресервы из ястычной икры сельди с добавлением красной смородины характеризуется приятным внешним видом (табл. 5). Результаты органолептической оценки говорят о том, что этот образец обладает приятным вкусом, свойственным данному виду продукции с выраженным привкусом смородины, без посторонних запахов и привкусов. Вкус и запах растительной добавки достаточно гармоничный, выражен умеренно. Средний балл за органолептическую оценку образца с красной смородиной составляет 4,6.

Таблица 5

**Результаты органолептической оценки качества пресервов
«Икра сельди ястычная соленая с добавлением красной смородины»**

| Комплексные показатели | Единичные показатели | Словесная характеристика качества | Баллы |
|------------------------|---|--|-------|
| Внешний вид | Общее впечатление | Привлекательный внешний вид | 5 |
| | Механические повреждения | Отсутствуют | 5 |
| | Целостность ястыков | Целые | 5 |
| | Наличие загрязнений, сгустков крови | Ястыки чистые, без сгустков крови | 5 |
| | Состояние заливки | Прозрачная, с вкраплениями измельченных ягод смородины | 5 |
| Запах | Степень свойственности | Запах, свойственный созревшим пресервам, выражен ярко без запаха сырости | 5 |
| | Степень проявления запаха растительной добавки | Гармоничный, выражен умеренно | 5 |
| Вкус | Общее впечатление | Достаточно приятный | 4 |
| | Гармоничность | Достаточно гармоничный | 4 |
| | Степень свойственности | Вкус, свойственный созревшей соленой икре, выражен ярко | 4 |
| | Степень проявления вкуса растительных компонентов | Ощущается вкус смородины | 4 |
| | Привкус окислившегося жира | Отсутствует | 5 |
| Консистенция | Упругость | Достаточно упругая | 4 |
| | Сочность | Достаточно сочная | 4 |

Пресервы «Икра сельди ястычная соленая с добавлением брусники» характеризуется приятным внешним видом (табл. 6). Внесение брусники позволяет получить привлекательную красноватую окраску пресервов. Результаты органолептической оценки говорят о том, что этот образец пресервов обладает вкусом, свойственным данному виду продукции с выраженным привкусом компонентов заливки, общий балл составляет 4,5.

Таблица 6

**Результаты органолептической оценки качества пресервов
«Икра сельди ястычная соленая с добавлением брусники»**

| Комплексные показатели | Единичные показатели | Словесная характеристика качества | Баллы |
|------------------------|---|--|-------|
| Внешний вид | Общее впечатление | Привлекательный внешний вид | 5 |
| | Механические повреждения | Отсутствуют | 5 |
| | Целостность ястыков | Целые | 5 |
| | Наличие загрязнений, сгустков крови | Ястыки чистые, без сгустков крови | 5 |
| | Состояние заливки | Прозрачная, с вкраплениями измельченных ягод брусники | 5 |
| Запах | Степень свойственности | Запах, свойственный созревшим пресервам, выражен ярко без запаха сырости | 5 |
| | Степень проявления запаха растительной добавки | Достаточно гармоничный, выражен умеренно | 4 |
| Вкус | Общее впечатление | Достаточно приятный | 4 |
| | Гармоничность | Достаточно гармоничный | 4 |
| | Степень свойственности | Вкус, свойственный созревшей соленой икре, выражен ярко | 4 |
| | Степень проявления вкуса растительных компонентов | Ощущается вкус брусники | 4 |
| | Привкус окислившегося жира | Отсутствует | 5 |
| Консистенция | Упругость | Достаточно упругая | 4 |
| | Сочность | Достаточно сочная | 4 |

Пресервы «Икра сельди ястычная соленая с добавлением черемши» характеризуется приятным внешним видом (табл. 7). Результаты органолептической оценки говорят о том, что этот образец пресервов обладает наиболее приятным, гармоничным вкусом, свойственным данному виду продукции, с выраженным привкусом черемши, общий балл самый высокий из рассмотренных образцов и составляет 4,7.

Таблица 7

**Результаты органолептической оценки качества пресервов
«Икра сельди ястычная соленая с добавлением брусники»**

| Комплексные показатели | Единичные показатели | Словесная характеристика качества | Баллы |
|------------------------|--|--|-------|
| Внешний вид | Общее впечатление | Привлекательный внешний вид | 5 |
| | Механические повреждения | Отсутствуют | 5 |
| | Целостность ястыков | Целые | 5 |
| | Наличие загрязнений, сгустков крови | Ястыки чистые, без сгустков крови | 5 |
| | Состояние заливки | Прозрачная, с вкраплениями измельченных ягод брусники | 5 |
| Запах | Степень свойственности | Запах, свойственный созревшим пресервам, выражен ярко без запаха сырости | 5 |
| | Степень проявления запаха растительной добавки | Достаточно гармоничный, выражен умеренно | 4 |
| Вкус | Общее впечатление | Приятный | 5 |
| | Гармоничность | Гармоничный | 5 |
| | Степень свойственности | Вкус, свойственный созревшей соленой икре, выражен ярко | 4 |

| Комплексные показатели | Единичные показатели | Словесная характеристика качества | Баллы |
|------------------------|---|-----------------------------------|-------|
| Вкус | Степень проявления вкуса растительных компонентов | Ощущается вкус черемши | 5 |
| | Привкус окислившегося жира | Отсутствует | 5 |
| Консистенция | Упругость | Достаточно упругая | 4 |
| | Сочность | Достаточно сочная | 4 |

Результаты изучения влияния внесения растительного сырья на водоудерживающие свойства икры ястычной с растительными добавками после двух недель хранения приведены в таблице 8. Из результатов исследований можно сделать вывод о том, что образец с добавлением красной смородины обладает наибольшей водоудерживающей способностью, чем все остальные и, следовательно, в нем лучше сохраняются нативные свойства белков. Очевидно, это связано с консервирующими свойствами смородины. Надо отметить, что ВУС всех образцов с растительными добавками значительно превосходят ВУС контрольного образца (без растительных добавок). Вероятно, внесение растительных добавок позволит сохранить качество пресервов высоким в течение всего срока хранения с использованием только натурального растительного сырья. Для подтверждения этого вывода необходимо провести дополнительные исследования.

Таблица 8

Водоудерживающая способность (ВУС) ястычной икры сельди тихоокеанской с растительными добавками, %

| Растительная добавка | ВУС, % |
|----------------------|--------|
| Нет (контроль) | 29,5 |
| Смородина красная | 64,8 |
| Брусника | 60,9 |
| Черемша | 43,8 |

Литература

1. Богданов В.Д., Благоданова М.В., Салтанова Н.С. Современные технологии производства соленой продукции из сельди тихоокеанской и лососевых: Монография. – Петропавловск-Камчатский: Холдинговая компания «Новая книга», 2007. – 235 с.
2. Сметанин А.С., Богоявленский В.Ф. Примечательные растения из природной флоры Камчатки. – Петропавловск-Камчатский: Изд-во ГУП ИПК Дальпресс, 2000. – 212 с.
3. Якубов В.В., Чернягина О.А. Дикорастущие хозяйственно полезные растения Камчатки // Труды Камчатского института экологии и природопользования ДВО РАН – Вып. 1. – Петропавловск-Камчатский, 2000. – С. 259–279.
4. Атлас ареалов и ресурсов лекарственных растений СССР. – М.: ГУГК, 1980. – С. 294.
5. Пилат Т.Л., Иванов А.А. Биологически активные добавки к пище (теория, производство, применение). – М.: Аввалон, 2002. – 710 с.
6. Крашенинников С. П. Описание земли Камчатки: В 2 т. – СПб: Наука; Петропавловск-Камчатский: Камчат, 1994. – Т. 1. – 438 с.
7. Кислухина О.В. Витаминные комплексы из растительного сырья. – М.: ДеЛи принт, 2004. – 308 с.
8. Литвищ С.Ю., Ливеровский Ю.А. Почвенно-ботанические исследования и проблема сельского хозяйства в Центральной части долины реки Камчатки. – М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1937. – 220 с.

УДК 664.66.022.39:582.232

М.В. Ефимова, А.А. Ефимов, О.Н. Толоконникова, А.П. Зенина

*Камчатский государственный технический университет,
Петропавловск-Камчатский, 683003
e-mail: efimova-ff@mail.ru*

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕРМОФИЛЬНЫХ СИНЕЗЕЛЕННЫХ ВОДОРОСЛЕЙ В ТЕХНОЛОГИИ ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ

Приведен анализ литературных данных о направлениях обогащения хлебобулочных изделий. Представлена краткая характеристика химического состава синезеленых водорослей как добавки в хлебобулочные изделия. Показаны результаты разработки рецептуры сдобных изделий с синезелеными водорослями на основе органолептической оценки. Приведены физико-химические показатели качества изделий.

Ключевые слова: хлеб, сдоба, обогащение, синезеленые водоросли.

M.V. Efimova, A.A. Efimov, O.N. Tolokonnicova, A.P. Zenina

*Kamchatka State Technical University,
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003
e-mail: efimova-ff@mail.ru*

THE USAGE OF THERMOPHILIC BLUE-GREEN ALGAE IN BAKERY PRODUCTS PROCESSING TECHNIQUE

The article gives the analysis of bakery products fortification methods published data. It contains a brief characteristic of blue-green algae chemical composition as a bakery additive. Bakery products with the usage of blue-green algae recipe research results on the basis of organoleptic evaluation are shown. Physical-chemical characteristics of the product quality are given.

Key words: bread, bakery, fortification, blue-green algae.

Хлеб – один из главных продуктов питания, к которому люди всегда относились с благоговением.

Ученые считают, что первый хлеб появился 8–9 тыс. лет назад. Вначале людям был известен только плотный пресный хлеб, и лишь примерно около 6 тыс. лет назад пекари Древнего Египта стали выпекать пористый хлеб из заквашенной мучной кашицы [1–3].

В IV–VII веках в Византии готовили много сортов хлеба. Выпекали, например, хлеб для богатых людей из муки высших сортов пшеницы. Далее шел хлеб чуть дешевле, который выпекался из муки несколько более низкого качества. Существовали также средние сорта хлеба и, наконец, грубый хлеб для бедных. Солдаты и монахи предпочитали хлеб очень жесткий, стойкий к воздействию плесени, который дважды пекли в печи, пока не испарялась вся влага [4].

В питании населения России хлебобулочные изделия всегда являлись и являются основными источниками энергии, белков и углеводов. Они обеспечивают, соответственно, 36,6, 40 и 53% от суточного поступления энергии, белков и углеводов. Хлебопродукты являются также уникальным источником витаминов группы В [5].

В течение многих тысячелетий хлеб выпекали из муки, полученной из цельного зерна. К сожалению, научно-технический прогресс привел к преобладанию хлеба из очищенной муки, лишенной большинства ценных веществ [6].

Так, например, при переработке зерна в муку происходят существенные потери витаминов и минеральных веществ за счет удаления зерновой оболочки. В процессе приготовления хлеба содержание многих витаминов группы В и Е снижается в 2–6 раз по сравнению с их содержанием в зерне. В таблице 1 приведены сравнительные данные по содержанию некоторых витаминов в зерне, муке и хлебе [5].

Таблица 1

Содержание витаминов в пшенице, муке и хлебе, мг/100 г

| Продукт | Витамин В ₁ (тиамин) | Витамин В ₂ (рибо- флавин) | Витамин В ₆ (пири- доксин) | Витамин РР (ниацин) | Витамин В _с (фолиевая кислота), мкг | Витамин Е (токо- феролы) | β-каротин |
|---|------------------------------------|---|---|------------------------|---|--------------------------------|---------------|
| Зерно пшеницы | 0,37–0,46 | 0,10–0,17 | 0,50–0,60 | 4,94–5,58 | 35,0–46,0 | 6,02–6,50 | 0,014–0,015 |
| Мука пшеничная: | | | | | | | |
| II сорта | 0,37 | 0,12 | 0,50 | 4,55 | 38,4 | 5,37 | 0,006 |
| I сорта | 0,25 | 0,08 | 0,22 | 2,20 | 35,5 | 3,05 | Следы |
| высшего сорта | 0,17 | 0,04 | 0,17 | 1,20 | 27,1 | 2,57 | 0 |
| Потери для муки высшего сорта по сравнению с зерном, раз | 2,17–2,70 | 2,50–4,25 | 2,94–3,52 | 4,11–4,65 | 1,29–1,69 | 2,34–2,53 | Полная потеря |
| Хлеб из муки пшеничной: | | | | | | | |
| II сорта | 0,23 | 0,08 | 0,29 | 3,10 | 29,0 | 3,30 | 0,004 |
| I сорта | 0,16 | 0,05 | 0,13 | 1,54 | 27,0 | 1,96 | Следы |
| высшего сорта | 0,11 | 0,03 | 0,10 | 0,92 | 22,5 | 1,68 | 0 |
| Потери для хлеба из муки высшего сорта по сравнению с зерном, раз | 3,36–4,18 | 3,33–5,66 | 5,00–6,00 | 5,36–6,06 | 1,55–2,04 | 3,58–3,86 | Полная потеря |

Как видно из таблицы 1, чем выше степень рафинирования муки, тем меньше в ней остается витаминов, а в зависимости от содержания витаминов в муке изменяется и их содержание в готовом хлебе [5]. Содержание витаминов в процессе превращения зерна в хлеб снижается от 1,55 (для фолатина) до 6 раз (для пиридоксина). Таким образом, рафинирование приводит к резкому ухудшению качества муки, а следовательно, и хлеба.

Рафинированные продукты из-за больших затрат на переработку сырья всегда стоили дороже. Позволить себе такие продукты «на заре» технологии рафинирования могли лишь богатые люди. Следовательно, зажиточные слои общества расплачивались за белую муку и белый хлеб с древних времен. Русская народная пословица так характеризует питание богатых: «Матушка рожь кормит всех дураков сплошь, а пшеничка – по выбору» [7]. Так, при археологических раскопках в зубах балзамированных древнеегипетских аристократов было обнаружено не меньше кариеса, чем в зубах современных жителей США. Есть белый хлеб, сахар считалось модным, это поднимало авторитет потребителя в глазах окружающих. Мукомольная промышленность приспособилась к новым требованиям [8].

С развитием технологий и изменения потребительского спроса происходили значительные перемены в структуре ассортимента хлеба в сторону повышения доли продукции из муки высшего сорта. Около 75% взрослого населения ежедневно потребляют хлебобулочные изделия из пшеничной муки высшего и первого сортов, причем как промышленного изготовления, так и домашней выпечки. Это привело к снижению поступления в организм человека незаменимых нутриентов, основным источником которых являются продукты переработки зерна [5].

Высокая степень рафинирования муки и сохранение статуса хлеба как продукта наиболее массового потребления обуславливают целесообразность и необходимость обогащения хлебобулочных изделий микронутриентами [5].

Хлебобулочные изделия чаще всего обогащают витаминами, β-каротином, железом, полифункциональными растительными добавками в виде пшеничных зародышевых хлопьев [5]. В последнее время в хлебобулочные изделия стали вносить различные нетрадиционные компоненты, которые содержат и пищевые волокна, и витамины, и макро- и микроэлементы и другие вещества, повышающие пищевую ценность продукции. Такими компонентами являются, например, семена подсолнечника, кунжут, семена тыквы, фруктовые цукаты, изюм, укроп, чеснок, лук, морская капуста и др.

Так, австрийская компания «Backaldrin», которая в настоящее время представляет собой транснациональный холдинг, производит зерновые смеси, основу которых составляют полезные для человека цельные злаковые культуры, богатые клетчаткой, содержащие минеральные вещества, витамины, протеины. В состав композиций в разных сочетаниях входят семена подсолнечника, просо, льняное семя, рис, соевый, пшеничный, солодовый и ржаной шрот, солодовая мука, кукурузные хлопья, кунжут, лецитин, пряности, пшеничные отруби, картофельные хлопья, сухая сыворотка, дробленое зерно (рожь, пшеница, овес, ячмень, гречиха, просо) [9].

Целью наших исследований является разработка технологии сдобных изделий с синезелеными микроводорослями в качестве полифункциональной комплексной добавки.

Традиционным сырьем для технологического использования в качестве обогащающей добавки в настоящее время являются бурые водоросли. Однако в последние десятилетия пристальное внимание ученых привлекли синезеленые микроводоросли, которые отличаются высокой продуктивностью (от 2 до 27 г сухого вещества с 1 м² водной поверхности в сутки); их химический состав характеризуется высоким содержанием белка (до 70–75% органической части), наличием биологически активных веществ (полиненасыщенных жирных кислот, витаминов, пигментов, ферментов) [10].

Использование микроводорослей в качестве пищи имеет древнюю историю. В основном микроводоросли имели пищевое значение там, где они образовывали крупные колонии или скапливались большими массами. На территории Мексики на оз. Текскоко, в Африке на оз. Чад местное население регулярно употребляло в пищу галеты, состоящие из одного вида синезеленых водорослей рода *Spirulina*. Анализы образцов *Spirulina* spp. показали, что в них содержится в среднем до 65% белков [11]. В настоящее время синезеленые водоросли рода *Spirulina* привлекают внимание специалистов, занимающихся вопросами питания.

Применение биомассы синезеленых микроводорослей рода *Spirulina* в хлебобулочных изделиях функционального назначения исследовано В.С. Букреевым с соавторами [12, 13]. Исследования показали, что при внесении спирулины в хлебобулочные изделия из ржаной обдирной муки относительное содержание белка увеличивалось на 6,2, липидов – на 1,7%. При внесении спирулины в изделия из пшеничной муки в них повышалось содержание кальция, железа, меди, фосфора [13].

Большой интерес представляет использование термофильных синезеленых водорослей как сырья для производства пищевых продуктов. Это связано с особенностями химического состава термофилов, своеобразием физико-химических, структурных, функциональных свойств всех компонентов их клеток, что обусловлено их приспособленностью к активной жизни при высокой температуре [10, 14, 15].

На Камчатке существует возможность широкомасштабного производства биомассы синезеленых водорослей и их переработки. По данным исследований М.В. Ефимовой и А.А. Ефимова, перспективным сырьевым объектом для пищевого использования являются синезеленые водоросли рода *Phormidium* (*Ph. ramosum* В.-Peters. и *Ph. ambiguum* Gom.) (рис. 1), доминирующие в Паратунских гидротермах Камчатки [10, 14, 15].

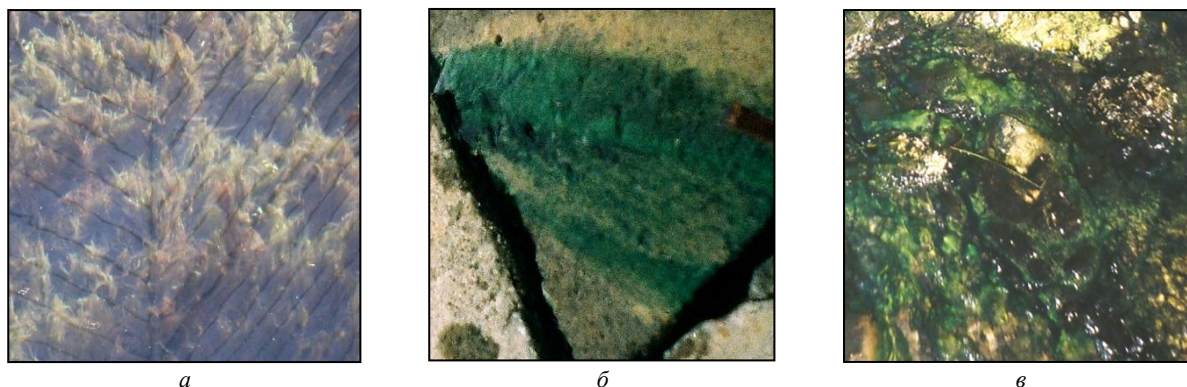


Рис. 1. Синезеленые водоросли рода *Phormidium*:
 а – *Ph. ambiguum* в Нижнепаратунских гидротермах (фото Ефимовой М.В.); б – *Ph. ramosum*
 в Среднепаратунских гидротермах (фото Ефимовой М.В.); в – *Ph. ramosum*
 в Верхнепаратунских гидротермах (фото Зениной А.П.)

Данные химического состава биомассы исследованных синезеленых водорослей приведены в таблице 2 [10].

Таблица 2

Химический состав синезеленых водорослей рода *Phormidium*

| Наименование показателя | Массовая доля, от сухого вещества | Наименование показателя | Массовая доля, от сухого вещества |
|---------------------------|-----------------------------------|-------------------------|-----------------------------------|
| Белок (N×5,91), % | 12,94 | Зола, %, в том числе | 55,13 |
| Липиды, % | 1,50 | кальций, % | 0,32 |
| Хлорофилл <i>a</i> , мг/г | 8,4 | фосфор, % | 0,16 |
| Фикоцианин, мг/г | 45,2 | йод, % | 0,006 |
| Каротиноиды, мг/г | 2,2 | медь, % | 0,90 |
| – | – | цинк, % | 30,00 |

Как видно из таблицы 2, биомасса характеризуется невысоким содержанием липидов, значительной долей углеводов, большим количеством минеральных веществ. Массовая доля белка составляет 12,94% (35,08% органической части).

В таблицах 3 и 4 приведен аминокислотный состав белков и состав витаминов синезеленых водорослей рода *Phormidium* Паратунских гидротерм [10].

Таблица 3

Аминокислотный состав биомассы синезеленых водорослей рода *Phormidium*

| Незаменимые аминокислоты | Содержание, г на 100 г белка | Заменимые аминокислоты | Содержание, г на 100 г белка |
|--------------------------|------------------------------|------------------------|------------------------------|
| Изолейцин | 4,6 | Гистидин | 2,4 |
| Лейцин | 9,7 | Аргинин | 5,7 |
| Лизин | 6,7 | Аспарагиновая | 8,8 |
| Метионин | 3,3 | Цистин | 1,2 |
| Фенилаланин | 5,5 | Глутаминовая | 12,6 |
| Треонин | 3,2 | Глицин | 7,1 |
| Триптофан | 1,5 | Аланин | 6,6 |
| Валин | 7,5 | Пролин | 5,3 |
| – | – | Серин | 4,2 |
| – | – | Тирозин | 3,3 |
| Итого | 42,0 | Итого | 57,2 |

Таблица 4

Состав витаминов биомассы синезеленых водорослей рода *Phormidium*

| Водорастворимые витамины | Содержание в сухом веществе | Жирорастворимые витамины | Содержание в сухом веществе |
|---------------------------------|-----------------------------|--------------------------|-----------------------------|
| Витамин В ₁ , мкг/г | 5,30 мкг/г | Витамин Е, МЕ | 0,80 МЕ |
| Витамин В ₂ , мкг/г | 18,00 мкг/г | Витамин А, МЕ | 4200,00 МЕ |
| Витамин В ₃ , мкг/г | 0,83 мкг/г | – | – |
| Витамин В ₆ , мкг/г | 3,00 мкг/г | – | – |
| Витамин В ₁₂ , мкг/г | 6,00 мкг/г | – | – |

Как видно из таблиц 3 и 4, аминокислотный состав синезеленых водорослей рода *Phormidium* характеризуется высоким содержанием незаменимых аминокислот (42,0%), в их составе достаточно высоко содержание витаминов групп А и В, большинство из которых устойчивы при кулинарной обработке.

Биологическая ценность биомассы синезеленых водорослей рода *Phormidium* составила 68% [15].

В процессе проводимых исследований за основу принимали рецептуру теста для булочки сдобной [16], приведенную в таблице 5.

Рецептура булочки сдобной (контрольный образец)

| Ингредиенты | Расход сырья для приготовления теста | | |
|---------------------------------------|--------------------------------------|-----------|-----------|
| | Опара | Тесто | Разделка |
| Мука пшеничная высшего сорта, кг | 0,50–0,60 | 0,48–0,35 | 0,02–0,05 |
| Вода, кг | 0,15–0,18 | – | – |
| Дрожжи хлебопекарные прессованные, кг | 0,04 | 0,01 | – |
| Соль поваренная пищевая, кг | – | 0,01 | – |
| Сахар-песок | – | 0,26 | – |
| Маргарин, кг | – | 0,15 | – |
| Молоко коровье, л | 0,15 | – | – |
| Яйца, шт./кг | – | 3 / 0,12 | – |
| Ванилин, кг | – | 0,005 | – |

Тесто приготавливали опарным способом. Брожение опары проводили в течение 4 часов, брожение теста проводили в течение 2 часов. Тестовые заготовки разделяли овальной формы с заостренными концами, с двумя продольными надрезами, а также округлой формы. Заготовки укладывали швом вниз на противень на расстоянии примерно 5 см друг от друга, чтобы во время расстойки они не соединились. Расстойку проводили в течение 80 минут. Затем выпекали при температуре 200°C в течение 25–30 минут. Масса готовых изделий составляла 100 г.

Экспериментальные образцы (рис. 2) готовили с добавлением пищевого порошка из термофильных синезеленых водорослей рода *Phormidium*, технология которого была разработана А.А. Ефимовым с соавторами [17]. Порошок вносили непосредственно в муку в количестве 1%, 2%, 3%, 4%, 5%, 6%, 7% (табл. 6). В тесте происходила регидратация водорослевых частиц и, соответственно, увеличение их размеров от 60–120 мкм до 1–2 мм.

Таблица 6

Количество вносимого пищевого порошка из термофильных синезеленых водорослей рода *Phormidium*, % от массы муки

| Обозначение образца сдобных изделий | | | | | | | |
|-------------------------------------|----|----|----|----|----|----|----|
| К | В1 | В2 | В3 | В4 | В5 | В6 | В7 |
| 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |



К



В1



В2



В3



В4



В5



В6



В7

Рис. 2. Образцы сдобных изделий с синезелеными водорослями рода *Phormidium*

Приемлемость дозы вносимой водорослевой добавки определяли по органолептическим показателям. Результаты органолептических исследований представлены в таблице 7.

Сравнительные органолептические показатели образцов сдобных изделий с синезелеными водорослями рода *Phormidium*

| Показатель | Образец | | | | | | |
|---------------------------------|--|---|---|--|--|---|--|
| | К | В1, В2 | В3 | В4 | В5 | В6 | В7 |
| Поверхность | Шершавая, без трещин и подрывов | Шершавая, без трещин и подрывов | Шершавая, без трещин и подрывов | Шершавая, без трещин и подрывов | Шершавая, без трещин и подрывов | Шершавая, без трещин и подрывов | Шершавая, без трещин и подрывов |
| Цвет | Светло-коричневый, свойственный данному наименованию изделия, равномерный, без подгорелости | Светло-коричневый, свойственный данному наименованию изделия, равномерный, без подгорелости, с едва заметными вкраплениями синезеленого цвета | Светло-коричневый, свойственный данному наименованию изделия, равномерный, без подгорелости, с едва заметными вкраплениями синезеленого цвета | Светло-коричневый, свойственный данному наименованию изделия, равномерный, без подгорелости, с незначительными вкраплениями синезеленого цвета | Светло-коричневый, свойственный данному наименованию изделия, равномерный, без подгорелости, с редкими вкраплениями синезеленого цвета | Светло-коричневый, свойственный данному наименованию изделия, равномерный, без подгорелости, с умеренными вкраплениями синезеленого цвета | Светло-коричневый, свойственный данному наименованию изделия, равномерный, без подгорелости, с выраженными вкраплениями синезеленого цвета |
| Состояние мякиша: пропеченность | Пропеченный, не влажный на ощупь, эластичный, после легкого надавливания пальцами принимает первоначальную форму | Пропеченный, не влажный на ощупь, эластичный, после легкого надавливания пальцами принимает первоначальную форму | Пропеченный, не влажный на ощупь, эластичный, после легкого надавливания пальцами принимает первоначальную форму | Пропеченный, не влажный на ощупь, эластичный, после легкого надавливания пальцами принимает первоначальную форму | Пропеченный, не влажный на ощупь, эластичный, после легкого надавливания пальцами принимает первоначальную форму | Пропеченный, не влажный на ощупь, эластичный, после легкого надавливания пальцами принимает первоначальную форму | Пропеченный, не влажный на ощупь, эластичный, после легкого надавливания пальцами принимает первоначальную форму |
| промес | Без комочков и следов непромеса | Без комочков и следов непромеса | Без комочков и следов непромеса | Без комочков и следов непромеса | Без комочков и следов непромеса | Без комочков и следов непромеса | Без комочков и следов непромеса |
| пористость | Развитая, без пустот и уплотнений | Развитая, без пустот и уплотнений | Развитая, с незначительными пустотами, без уплотнений, вкрапления водорослей равномерно распределены по массе батона | Развитая, с незначительными пустотами, без уплотнений, вкрапления водорослей равномерно распределены по массе батона | Развитая, с незначительными пустотами, без уплотнений, вкрапления водорослей равномерно распределены по массе батона | Развитая, с незначительными пустотами, без уплотнений, вкрапления водорослей равномерно распределены по массе батона | Развитая, с незначительными пустотами, без уплотнений, вкрапления водорослей равномерно распределены по массе батона |
| Вкус и запах | Свойственные данному виду изделия, без посторонних | Свойственные данному виду изделия, без посторонних | Свойственные данному виду изделия, без посторонних | Свойственные данному виду изделия, без посторонних | Свойственные данному виду изделия, без посторонних, с едва уловимым привкусом и запахом водорослей | Свойственные данному виду изделия, без посторонних, с легким привкусом и запахом водорослей | Свойственные данному виду изделия, без посторонних, с выраженным щелочным привкусом и запахом водорослей |

Профилограммы качества сдобных изделий с синезелеными водорослями представлены на рисунке 3.

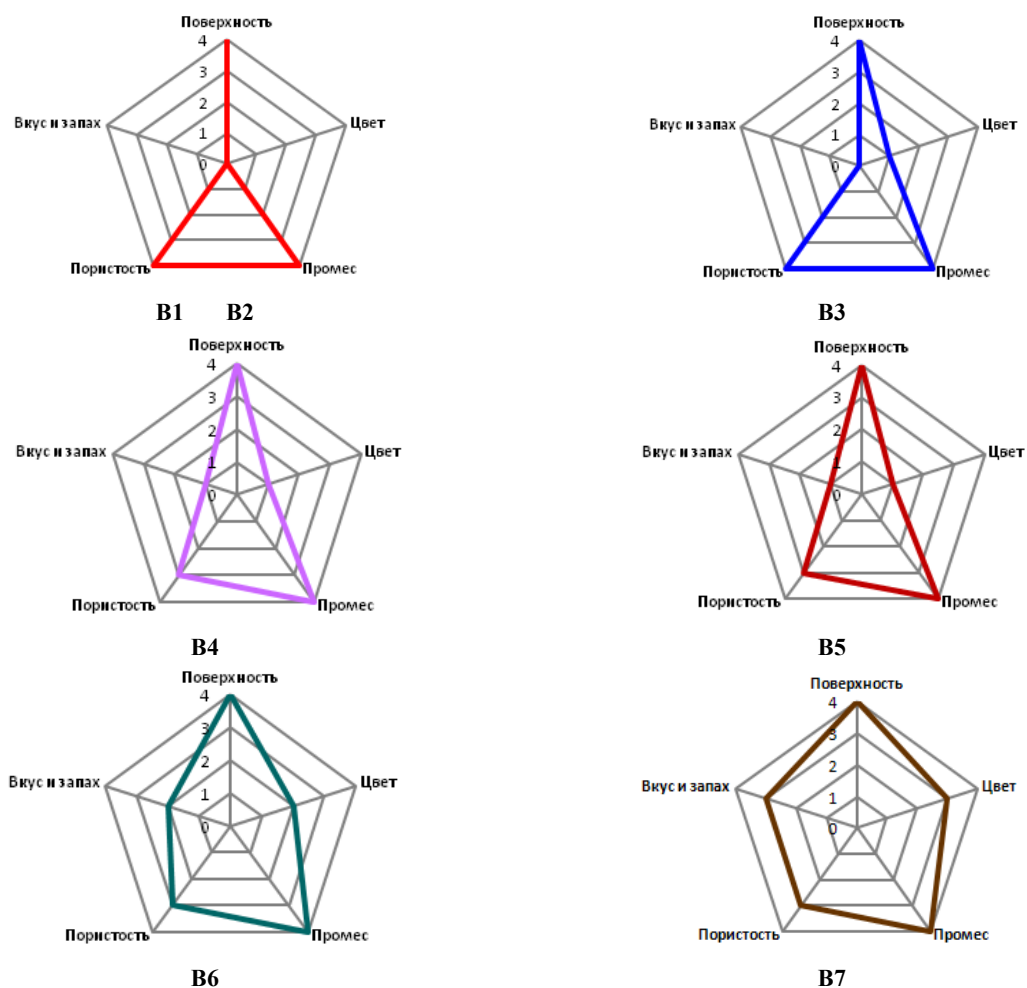


Рис. 3. Профилограммы качества образцов сдобных изделий с синезелеными водорослями: шкала оценки цвета, вкуса и запаха: 0 – цвет, вкус и запах водорослей не ощущаются; 1 – цвет, вкус и запах водорослей едва ощущаются; 2 – цвет, вкус и запах водорослей слабо (приятно) ощущаются; 3 – цвет, вкус и запах водорослей умеренно ощущаются; 4 – свойства сильно (резко) выражены; оценка поверхности, промеса и пористости изделий: более высокому качеству соответствует более высокий балл

Как видно из таблицы 7 и рисунка 3, наиболее приемлемым по органолептическим показателям являлся образец сдобы В6 с добавлением водорослей в количестве 6% от массы муки.

Для готовых изделий определяли физико-химические показатели в соответствии с ГОСТ 24557 «Изделия хлебобулочные сдобные. Технические условия» [18]. Результаты оценки физико-химических показателей приведены в таблице 8.

Таблица 8

Физико-химические показатели образцов сдобных изделий с синезелеными водорослями рода *Phormidium*

| Показатель | Норма по ГОСТ 2457 | Образец | | | | | | | | |
|---|--------------------|---------|-------|-------|------|------|-------|------|------|--|
| | | К | В1 | В2 | В3 | В4 | В5 | В6 | В7 | |
| Пористость, % | Не нормируется | 74,5 | 72,26 | 65,63 | 68,8 | 66,9 | 65,15 | 70,9 | 70,8 | |
| Влажность мякиша, %, не более | 34 | 33,4 | 33,4 | 33,5 | 33,4 | 33,5 | 33,5 | 33,5 | 33,5 | |
| Кислотность мякиша, град, не более | 2,5 | 2,4 | 2 | 1,8 | 2,2 | 1,6 | 1,4 | 1,4 | 1,4 | |
| Массовая доля сахара в пересчете на сухое вещество, % | 19,5±1,0 | 18,8 | 18,7 | 18,7 | 18,7 | 18,6 | 18,6 | 18,6 | 18,6 | |
| Массовая доля жира в пересчете на сухое вещество, % | 10,0±0,5 | 10,3 | 10,3 | 10,3 | 10,2 | 10,2 | 10,1 | 10,1 | 10,1 | |

Как видно из таблицы 8, по физико-химическим показателям все образцы соответствовали требованиям стандарта. Соответственно, определяющей и при выборе дозировки вносимой водорослевой добавки является органолептическая оценка образцов изделий.

Дальнейшие исследования технологии будут направлены на определение пищевой и энергетической ценности образцов сдобных изделий с синезелеными водорослями.

Проведенные на данном этапе исследования доказывают возможность и актуальность расширения ассортимента обогащенных хлебобулочных изделий за счет введения ценного водорослевого сырья.

Литература

1. Из истории хлебопечения // Кондитерское и хлебопекарное производство. – 2007. – № 10. – С. 19–21.
2. Хуришудян С.А., Зайчик Ц.Р. История производства пищевых продуктов и развития пищевой промышленности России. – М.: ДеЛи принт, 2009. – 204 с.
3. Донченко Л.В., Надыкта В.Д. Продукты питания в отечественной и зарубежной истории. М.: ДеЛи принт, 2006. – 296 с.
4. Культура Византии: IV – первая половина VII в. / Под ред. З.В. Удальцова. – М.: Наука, 1984. – 728 с.
5. Спиричев В.Б., Шатнюк Л.Н., Позняковский В.М. Обогащение пищевых продуктов витаминами и минеральными веществами. Наука и технология / Под общ. ред. В.Б. Спиричева. – Новосибирск: Сиб. унив. изд-во, 2005. – 548 с.
6. Билич Г.Л., Назарова Л.В. Основы валеологии. – СПб.: Водолей, 1998. – 560 с.
7. Русские народные загадки, пословицы, поговорки / Сост. Ю.Г. Круглов. – М.: Просвещение, 1990. – 335 с.
8. Горен М. Путь к здоровью и долголетию. – М.: ПТО «Селф», 1992. – 332 с.
9. Ефимов А.А., Ефимова М.В. Основы рационального питания: учеб. пособие. – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2007. – 178 с.
10. Комплексное обеспечение региональной безопасности: Монография / Под ред. А.Я. Исакова. – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2010. – С. 77–92.
11. Сассон А. Биотехнология: свершения и надежды. – М.: Мир, 1987. – 416 с.
12. Букреев В.С., Гришина Л.Н., Белявская И.Г. Хлебобулочные изделия функционального назначения с использованием микроводорослей // Кондитерское и хлебопекарное производство. – 2012. – № 1. – С. 36–38.
13. Гришина Л.Н. Разработка технологии хлебобулочных изделий с применением микроводоросли спирулины: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. – М., 2012. – 24 с.
14. Ефимова М.В. Синезеленые водоросли (цианобактерии) поверхностных термопроявлений Камчатки и возможности их использования в биотехнологии: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Владивосток, 2005. – 26 с.
15. Ефимов А.А. Научное обоснование технологии рациональной переработки термофильных синезеленых водорослей Камчатки: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. – Петропавловск-Камчатский, 2007. – 25 с.
16. Пашук З.Н., Анет Т.К., Анет И.И. Технология производства хлебобулочных изделий: Справочник. – СПб.: ГИОРД, 2009. – 400 с.
17. Разработка технологии получения порошка пищевого из термофильных синезеленых водорослей рода *Phormidium* / А.А. Ефимов, М.В. Ефимова, М.А. Походина, И.А. Якушева // Вестник КамчатГТУ. – 2011. – № 15. – С. 38–45.
18. Изделия хлебобулочные сдобные. Технические условия: ГОСТ 24557–89. Введ. 01.07.1990. – URL: <http://law.rufox.ru/view/9/14242.htm> (дата обращения 31.01.2015).

УДК 664.68:581.6

А.П. Зенина, М.В. Ефимова, А.А. Ефимов

*Камчатский государственный технический университет,
Петропавловск-Камчатский, 683003
e-mail: efimova-ff@mail.ru*

НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ ПОТРЕБИТЕЛЬСКОГО СПРОСА И АССОРТИМЕНТА МУЧНЫХ КОНДИТЕРСКИХ ИЗДЕЛИЙ

Приведен анализ литературных данных об истории развития производства, ассортимента и потребительского спроса на кондитерские изделия, о современных тенденциях развития кондитерской отрасли, о направлениях обогащения кондитерских, в том числе мучных, изделий. Дана краткая характеристика сырья кондитерского производства, пищевой и энергетической ценности продукции. Показаны результаты изучения потребительского спроса на мучные кондитерские изделия разного ассортимента. Обозначены направления проведения дальнейших исследований по введению в состав мучных кондитерских изделий морских водорослей.

Ключевые слова: кондитерские изделия, объемы производства, ассортимент, спрос, обогащение.

A.P. Zenina, M.V. Efimova, A.A. Efimov

*Kamchatka State Technical University,
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003
e-mail: efimova-ff@mail.ru*

DEVELOPMENT DIRECTIONS OF CONSUMER DEMAND AND CONFECTIONERY ASSORTMENT

The literature data analysis about the development of production, assortment, and consumer demand for confectionery products, modern tendencies of the confectionery industry development, directions of confectionery including flour products enrichment were presented. Brief characterization of raw materials for confectionery production, food and energy value of products was given. The results of the consumer demand study for different assortment of flour confectionery were shown. The directions for further investigations of sea weeds introduction into the flour confectionery content were determined.

Key words: confectionery, production volumes, assortment, demand, enrichment.

Кондитерское производство является важнейшей отраслью агропромышленного комплекса страны. В отрасли вырабатываются кондитерские изделия, характеризующиеся высокой пищевой ценностью и усвояемостью за счет применения различного высококачественного сырья [1, 2].

Кондитерские товары отличаются приятным вкусом и ароматом, красивым внешним видом, высокой пищевой и энергетической (от 1200 кДж для мармелада до 2300 кДж для шоколада) ценностью, а также хорошей усвояемостью. Основным сырьем в кондитерском производстве являются сахар, мед, заменители сахара, патока, молоко, фрукты и ягоды, мука, крахмал, какао-продукты, орехи, различные жиры и масла и др. Широко применимы различные пищевые красители [3], гелеобразователи [4], пенообразователи, ароматические вещества, пищевые кислоты, консерванты и др. [5–12].

Объемы производства кондитерских изделий, как и любых других, обусловлены потребительским спросом. Так, в России в 1989–1990 гг. выработка кондитерских товаров составляла 2845 тыс. тонн, что соответствовало потреблению 20,8 кг продукции в год на одного жителя страны. Для сравнения, в Великобритании этот показатель составлял 25,9 кг, в Германии – 22,4 кг, во Франции – 18,7 кг. Следует подчеркнуть, что 50% выпускаемой продукции составляли мучные кондитерские изделия. В 1994–1996 гг. в результате экономического кризиса объемы

производства и потребления кондитерских товаров сократились более чем в 2 раза. В последующие годы на кондитерских предприятиях были широко внедрены технологии и оборудование для производства кондитерских изделий с низким содержанием сахарозы (крекера и галет), что способствовало преодолению кризисной ситуации в отрасли [13].

Динамика изменения объемов производства кондитерских изделий в России в период с 1990 по 2007 гг. наглядно представлена на рисунке 1 [14].

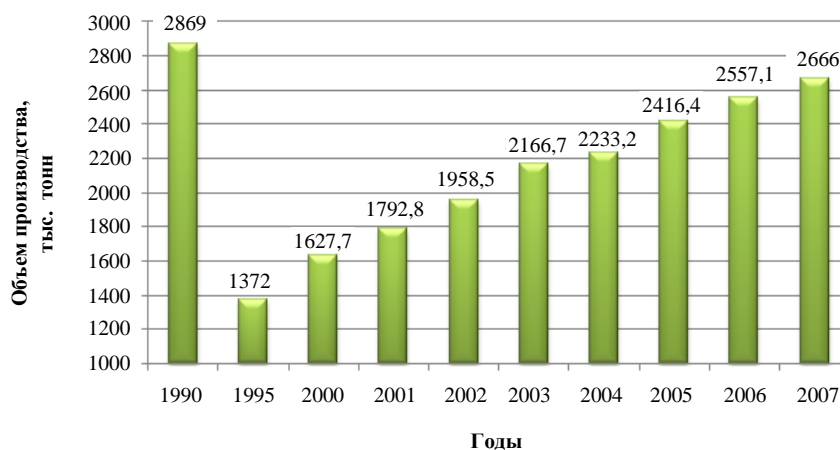


Рис. 1. Производство кондитерских изделий в России в период с 1990 по 2007 гг.

Уровень потребления кондитерских изделий в настоящее время достаточно высок. По данным исследований Лаборатории по изучению и планированию структуры питания населения НИИ питания РАМН, 20–25% детского и 6–13% взрослого населения регулярно потребляют мучные кондитерские изделия, 5–12% населения страны – сахарные кондитерские изделия. Среди мучных изделий предпочтение отдано сдобному печенью, пряникам, вафлям и крекеру [13].

Преобразования, произошедшие на рынке кондитерских изделий в 1998–2003 гг., значительно изменили традиционные подходы к этой группе продуктов. Так, кондитерские изделия из десертов постепенно превращаются в очень важные компоненты пищевого рациона населения всех возрастных групп. Они все чаще используются в составе школьных завтраков. Неуклонно растет спрос и на кондитерские изделия диетической направленности [13].

Ассортимент кондитерских изделий в мире бесконечно велик. У каждого народа существует большое количество традиционных «сладостей». При этом каждое изделие, естественно, имеет свою историю. Кроме того, кондитерские изделия являются результатом постоянного творчества, как профессиональных кондитеров, так и любителей.

В зависимости от используемых ингредиентов, все виды кондитерских изделий делят на две основные группы – сахаристые и мучные. Некоторые кондитерские изделия содержат элементы обеих групп, однако лишь одна считается основной [9–12, 15–17]. К сахаристым кондитерским изделиям относят меренги, варенье, джем, повидло, конфитюр, мармелад, желе, грильяж, зефир, пастилу, безе, конфеты, ирис, карамель, леденцы, кремы, марципан, муссы, помадки, самбук, суфле, халву, лукум и другие восточные сладости, шоколад, цукаты. К мучным кондитерским изделиям относят вафли, печенье, кексы, торты, пирожные, пряники.

В античные времена кондитерское «производство» достигло расцвета в Древнем Риме, где профессия кондитера, как и профессии повара и пекаря, относилась к наиболее уважаемым. Позже, во времена нашествия германских племен и в эпоху «великого переселения народов» (IV–VII вв.) на кондитерские изделия не было спроса, и, соответственно, количество и ассортимент продукции резко снизились. Возрождение кондитерского производства относят к периоду правления короля Карла I Великого (742–814), который, попробовав в Испании сладкие лакомства, приказал включать их в повседневное меню [14].

Считается, что родиной очень многих кондитерских изделий, популярных и в настоящее время в большинстве стран, является Франция [18].

Зародившись как ремесло, приготовление кондитерских изделий со второй половины XIX в. преобразуется в фабричное производство. В России в конце XIX в. на рынке кондитерских изделий уже наблюдалась сильнейшая конкуренция. В начале XX в. кондитерское производство в России было сконцентрировано лишь в крупных городах: Петербурге, Москве, Харькове, Одессе. При этом большинство предприятий принадлежало иностранным фирмам. После 1917 г. крупные кондитерские фабрики были национализированы и была проведена их специализация [14].

Число фабрик, имевших механические, в основном паровые, двигатели, с 1890 по 1910 гг. увеличилось примерно в 3,3 раза, а мощность двигателей – в 10 раз. За период с 1879 по 1913 гг. производство кондитерских изделий возросло примерно в 7,5 раза, однако при этом общий объем их производства, в том числе из расчета на душу населения, оставался незначительным. В то же время ассортимент кондитерских изделий был довольно широк и включал конфеты, шоколадные изделия, какао, мармелад, пастилу, пряники, печенье, сухари, галеты, вафли, карамель, халву и др. При этом доля мучных кондитерских изделий составляла всего 16,9%. Мучные кондитерские товары выпускали более мелкие кондитерские предприятия, а также огромное количество хлебопекарен и булочных [14].

В последние годы наблюдается устойчивое повышение спроса населения на мучные кондитерские изделия с высокими вкусовыми достоинствами. При этом предпочтением пользуется относительно недорогая продукция, изготовленная с преимущественным использованием отечественного сырья [19].

В настоящее время на прилавках магазинов представлен широчайший ассортимент мучных кондитерских изделий отечественных и зарубежных производителей.

Совершенствуется структура ассортимента мучных кондитерских изделий в направлении введения в рецептуры нетрадиционного сырья: пищевых добавок, натуральных красителей, новых видов муки. С целью расширения ассортимента и более полного удовлетворения неуклонно растущих потребностей населения используются витаминные и минеральные добавки.

Образ жизни современного жителя России характеризуется серьезными изменениями в отрицательную сторону за счет резкого снижения физической активности. Это привело к тому, что при средней энергетической ценности суточного рациона 2000–2400 ккал стало невозможным обеспечение организма необходимым количеством микронутриентов. Следует отметить, что вклад мучных кондитерских изделий в общую энергетическую ценность пищевого рациона может достигать 18–20%. Дефицит витаминов, микро- и макроэлементов в России распространен во всех возрастных группах населения [13, 20]. С этой точки зрения, для кондитерских изделий характерен важный недостаток, каковым является практически полное отсутствие в них витаминов, пищевых волокон, макро- и микроэлементов. Так, например, 100 г мучных кондитерских изделий обеспечивают лишь 4–5% суточной потребности человека в витаминах B₁, B₂ и PP.

В этих условиях стало актуальным направлением создание и включение в структуру питания населения функциональных и обогащенных пищевых продуктов [20–26], потребительские свойства которых включают пищевую ценность и положительное физиологическое воздействие [27, 28]. Такие продукты уже получили широкое распространение в США, Японии, странах Европейского Союза. Основным механизмом профилактического действия функциональных и обогащенных пищевых продуктов является их положительное влияние на повышение физической выносливости, иммунитет, улучшение функции пищеварения и регуляцию аппетита. Наиболее яркими примерами функциональной пищи являются продукты, обогащенные пищевыми волокнами, пробиотиками, флавоноидами, антиоксидантами, витаминами, микро- и макроэлементами [20, 23, 24, 29–33]. Примером обогащенных кондитерских изделий являются выпускаемые ОАО «Рот Фронт» продукты линейки «Eco botanica®»: печенье с β-каротином и кусочками кураги (рис. 2), печенье с экстрактом зеленого чая и пищевыми волокнами, шоколад со злаками и витаминами, вафли из цельносмолотой муки с семечками, зефир с экстрактом каркаде и витаминами, крекер с пищевыми волокнами, картофелем и зеленью, желейные конфеты с экстрактом зеленого чая и витаминами.



Рис. 2. Печенье, обогащенное β-каротином и курагой (ОАО «Рот Фронт»)

Так, на основании анализа объема производства, структуры ассортимента и уровня потребления в качестве объекта обогащения Лабораторией технологии новых специализированных продуктов профилактического действия НИИ питания РАМН совместно с НИИ кондитерский промышленности были выбраны наиболее массовые продукты, в том числе пряники, технология которых позволяет существенно снизить их калорийность за счет введения значительных (до 25% в рецептуре) количеств пищевых волокон и микронутриентов. Содержание витаминов и микронутриентов в пряниках, приготовленных по традиционным технологиям, приведено в таблицах 1 и 2 [13].

В качестве источника пищевых волокон и биологически активных компонентов в рецептуру пряников добавляли в количествах от 5 до 25% пшеничные зародышевые хлопья (ПХЗ) взамен пшеничной муки высшего сорта. Наилучший эффект по органолептическим показателям пряников был получен при добавлении 25% ПХЗ. Зародышевые хлопья, являющиеся богатым источником витаминов групп E и B, улучшали также и витаминную ценность пряников: содержание тиамин в пряниках возросло в 3 раза, рибофлавина и ниацина – в 1,5–2 раза. Заметно увеличилось также содержание витамина E [13].

Таблица 1

Содержание микронутриентов в 100 г пряников,
% от рекомендуемой нормы потребления

| Вид изделия | Минеральные элементы | | | Витамины | | | | Пищевые волокна |
|-------------|----------------------|--------------|-------------|-------------|--------------------------|-------------------------|-----------------------------|-----------------|
| | К (калий) | Са (кальций) | Fe (железо) | А (ретинол) | С (аскорбиновая кислота) | В ₁ (тиамин) | В ₂ (рибофлавин) | |
| Пряники | 10 | 1 | 4 | 0 | 0 | 6 | 2 | 0 |

Таблица 2

Содержание микронутриентов в 100 г пряников, мг
и энергетическая ценность изделий

| Вид изделия | Минеральные элементы | | | | | | Витамины | | | | | Энергетическая ценность, ккал | |
|------------------|----------------------|----|----|-------|----|-----|----------|-----------|----------------|----------------|------|-------------------------------|-----|
| | Na | K | Ca | Mg | P | Fe | А | β-каротин | В ₁ | В ₂ | PP | | С |
| Пряники заварные | 11 | 60 | 9 | – | 41 | 0,6 | 0 | 0 | 0,08 | 0,04 | 0,57 | 0 | 350 |
| Пряники сырцовые | 7 | 71 | 11 | Следы | 50 | 0,7 | – | – | 0,09 | 0,04 | 0,69 | – | 348 |

Представленные выше данные убедительно свидетельствуют, что кондитерские изделия нуждаются в существенной коррекции их химического состава в направлении увеличения содержания витаминов и минеральных элементов, пищевых волокон при одновременном снижении энергетической ценности. Вместе с тем, в связи с постоянно растущим спросом на эту группу продуктов, она может рассматриваться в качестве удобного объекта для обогащения микронутриентами, дефицит которых в питании составляет серьезную проблему [13].

В рамках изложенной проблемы было проведено изучение потребительского спроса на мучные кондитерские изделия на базе гипермаркета «Мой мир» в торговом центре «Глобус» (г. Петропавловск-Камчатский).

По данным исследований, уровень реализации мучных кондитерских изделий выше, чем уровень реализации сахаристых кондитерских изделий в среднем на 15%. Данный факт обеспечивается тем, что в торговом центре представлен широкий ассортимент печенья, тортов, пряников, пирожных, вырабатываемых в местных кондитерских цехах и пользующихся большим спросом покупателей. Также большое влияние на уровень реализации кондитерских изделий оказывает ценовой фактор. Цены на мучные кондитерские изделия значительно ниже, чем на сахаристые.

Ассортимент мучных кондитерских изделий, представленных в торговом центре, достаточно разнообразен. Наибольшую часть ассортимента составляют печенье, пряники, крекер, торты и пирожное. Кроме печенья, вафель, тортов, кексов, рулетов, в продаже всегда имеются пряничные изделия разнообразного ассортимента, разных предприятий-изготовителей.

Высок уровень реализации пряничных изделий при высокой доле их поступления. Возможно, высокий спрос на пряники связан с их относительно низкой ценой. Средний уровень реали-

зации пряничных изделий составляет 94%. Наибольшую долю в товарообороте составляют пряники «Восточные», «Днепровские», «Мятные», «Северные», «С маком», «Шоколадные», «Сказочные», «К чаю», «Медовые». Достаточно богат ассортимент пряников с начинками, которые поставляют как местные производители (ООО «Парни», ОАО «Петропавловский хлебокомбинат», ООО «Камчатский комбинат рыбных и пищевых продуктов»), так и иногородние.

Для поддержания постоянного спроса на пряничные изделия в гипермаркет поставляют пряники небольшими партиями, разных наименований; в результате продукция не «залеживается» на прилавках, ассортимент реализуемой продукции постоянно меняется и обновляется.

Нами было проведено исследование ассортимента пряников с начинками. Некоторые образцы ассортимента представлены на рисунке 3.



Рис. 3. Образцы ассортимента пряников с начинками

Как видно из рисунка 3, в пряниках с начинками в качестве комплексной обогатительной добавки можно рассматривать вишню, лесные ягоды, лимон. В то же время технология приготовления начинок, в качестве которых в основном используют фруктовые и ягодные джемы, не предполагает снижения энергетической ценности изделий благодаря высокому (до 70%) содержанию сахарозы.

В качестве альтернативного направления обогащения мучных кондитерских изделий актуально применение морских водорослей, причем как в составе рецептуры основы изделий, так и в составе начинок. Водоросли содержат полисахариды, в том числе пищевые волокна, пигменты, обладающие антиокислительными и антибактериальными свойствами, витамины, макро- и микроэлементы. При введении в рецептуры водорослевых добавок решаются сразу три задачи: продукт обогащается ценными компонентами, антибактериальные свойства многих биологических веществ водорослей позволяют снизить количество вносимой сахарозы, и структура продукта становится более стабильной за счет водорослевых полисахаридов (агар, каррагинан, альгинаты), выполняющих функцию структурообразователей [34].

Изучение представленного на местном рынке ассортимента мучных кондитерских изделий показало, что при значительном разнообразии применяемых в изделиях начинок водоросли в настоящее время в качестве добавки как в тестовую основу, так и в начинки не встречаются.

Проведенные на данном этапе исследования открывают возможность расширения ассортимента обогащенных мучных кондитерских изделий за счет введения в их состав ценного водорослевого сырья.

Литература

1. Введение в технологии продуктов питания / И.С. Витол, В.И. Горбатюк, Э.С. Горенков, и др.; под ред. А.П. Нечаева. – М.: ДеЛи плюс, 2013. – 720 с.
2. Драгилев А.И., Маршалкин Г.А. Основы кондитерского производства. – М.: Колос, 1999. – 448 с.
3. Куведва О.В. Натуральные красители // Кондитерское производство. – 2005. – № 5. – С. 30–31.
4. Кадникова И.А., Кушева О.А., Соколова В.М. Производство и применение агара и агарозы из дальневосточной анфельдии / Пищевые ингредиенты: сырье и добавки, 2004. – № 2. – С. 82–85.

5. Грачок М.А. Теоретические основы товароведения продовольственных товаров. – Минск: БГЭУ, 2008. – 151 с.
6. Дубовик Е.В., Ржеусская М.И., Анихимовская Л.В. Товароведение и экспертиза кондитерских товаров: Учебно-методическое пособие. – Минск: БГЭУ, 2006. – 145 с.
7. Дубовик Е.В., Ржеусская М.И. Новое в товароведении кондитерских товаров. – Минск: БГЭУ, 2003. – 98 с.
8. Кругляков Г.Н. Основы товароведения продовольственных товаров. – М.: Экономика, 1984 – 247 с.
9. Справочник товароведа продовольственных товаров / Б.В. Андрест, В.И. Базарова, И.Л. Волкин, В.З. Гарнецков и др. – М.: Экономика, 1980. – Т. 1. – 416 с.
10. Справочник товароведа продовольственных товаров / Л.А. Бакулина, Е.Н. Барабанова, А.И. Бармаш и др. – М.: Экономика, 1981. – Т. 2. – 375 с.
11. Тимофеева В.А. Товароведение продовольственных товаров. – Ростов/н/Д.: Феникс, 2013. – 494 с.
12. Товароведение и экспертиза потребительских товаров: Учебник / В.В. Шевченко, И.А. Ермилова, А.А. Вытовтов, В.А. Герасимова и др. – М.: ИНФРА-М, 2005. – 544 с.
13. Спиричев В.Б., Шатнюк Л.Н., Позняковский В.М. Обогащение пищевых продуктов витаминами и минеральными веществами. Наука и технология / Под ред. В.Б. Спиричева. – Новосибирск: Сиб. унив. изд-во, 2005. – 548 с.
14. Хуршудян С.А., Зайчик Ц.Р. История производства пищевых продуктов и развития пищевой промышленности России: Учеб. пособие. – М.: ДеЛи принт, 2009. – 204 с.
15. Гайкова М. Мучные изделия. – Мартин: Изд-во «Освета», 1988. – 368 с.
16. Смирнова Н.А., Надежнова Л.А. Товароведение зерномучных и кондитерских товаров: Учебник для вузов. – М.: Экономика, 1989. – 352 с.
17. Шепелев А.Ф., Печенежская И.А., Шмелев А.В. Товароведение и экспертиза кондитерских товаров: Учеб. пособие. – Ростов/н/Д.: МарТ, 2001. – 224 с.
18. Донченко Л.В., Надыкта В.Д. Продукты питания в отечественной и зарубежной истории. – М.: Дели принт, 2006. – 296 с.
19. Апет Т.К., Пашук З.Н. Справочник технолога кондитерского производства. – Т. 1. Технологии и рецептуры. – СПб.: ГИОРД, 2004. – 560 с.
20. Функциональные пищевые продукты. Введение в технологии / А.Ф. Доронин, Л.Г. Ипатова, А.А. Кочеткова, А.П. Нечаев, С.А. Хуршудян, О.Г. Шубина; под ред. А.А. Кочетковой. – М.: ДеЛи принт, 2009. – 288 с.
21. Абрамова Л.С. Поликомпонентные продукты питания на основе рыбного сырья. – М.: Изд-во ВНИРО, 2005. – 175 с.
22. Ефимов А.А., Ефимова М.В. Основы рационального питания: Учеб. пособие. – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2007. – 178 с.
23. Позняковский В.М. Гигиенические основы питания, качество и безопасность пищевых продуктов. – Новосибирск: Сиб. унив. изд-во, 2005. – 522 с.
24. Позняковский В.М. Гигиенические основы питания, качество и безопасность пищевых продуктов. – Новосибирск: Сиб. унив. изд-во, 2007. – 455 с.
25. Самсонов М.А. Концепция сбалансированного питания и ее значение в изучении механизмов лечебного действия пищи // Вопросы питания. – 2001. – № 5. – С. 3–9.
26. Экспертиза специализированных пищевых продуктов. Качество и безопасность: Учеб. пособие / Л.А. Маюрникова, В.М. Позняковский, Б.П. Суханов и др.; под ред. В.М. Позняковского. – СПб.: ГИОРД, 2012. – 424 с.
27. Пилат Т.Л., Иванов А.А. Биологически активные добавки к пище (теория, производство, применение). – М.: Аввалон, 2002. – 710 с.
28. Шаззо Р.И., Касьянов Г.И. Функциональные продукты питания. – М.: Колос, 2000. – 248 с.
29. Закревский В.В. Безопасность пищевых продуктов и биологически активных добавок к пище. Практическое руководство по санитарно-эпидемиологическому надзору. – СПб.: ГИОРД, 2004. – 280 с.
30. Кислухина О.В. Витаминные комплексы из растительного сырья. – М.: ДеЛи принт, 2004. – 308 с.

31. Могильный М.П. Пищевые и биологически активные вещества в питании. – М.: ДеЛи принт, 2007. – 240 с.
32. Морозкина Т.С., Мойсеёнок А.Г. Витамины. – Минск: ООО «Асар», 2002. – 112 с.
33. Панов Д.П. Обогащение продуктов питания массового потребления // Пищевые ингредиенты, сырье и добавки. – 2007. – № 1. – С.30–31.
34. Справочник по гидроколлоидам / Под ред. Г.О. Филлипса, П.А. Вильямса. – СПб.: ГИОРД, 2006. – 536 с.

УДК 639.3(282.256.6)

А.Ф. Кириллов, Ю.А. Свешников

*Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«Государственный научно-производственный центр рыбного хозяйства»
Якутский филиал
Якутск, Республика Саха (Якутия), 677018
e-mail: grs-sakha@mail.ru*

ПРЕДПОСЫЛКИ РАЗВИТИЯ ПАСТБИЩНОГО РЫБОВОДСТВА В ОЗЕРАХ БАССЕЙНА СРЕДНЕГО ТЕЧЕНИЯ РЕКИ ЛЕНА

Обследование озер в бассейне среднего течения р. Лена показало возможность развития пастбищного рыбководства в этом регионе при условии проведения рыбохозяйственной мелиорации. Объем выращиваемой рыбопродукции может составить 1,8–2,0 тыс. т.

Ключевые слова: Якутия, река Лена, озера, кормовая база, ихтиофауна, пастбищное рыбководство.

A.F. Kirillov, Y.A. Sveshnikov

*Federal state scientific institution
«State research and production centre for fisheries»,
Yakut branch
e-mail: grs-sakha@mail.ru*

PREREQUISITES OF OPEN-WATER FISH FARMING IN LAKES OF THE MIDDLE LENA RIVER BASIN

Survey of lakes of the Middle Lena River basin showed a possibility of a development of open-water fish farming in this area after amelioration of water body. A fish production output can total 1,8-2,0 thousand tons.

Key words: Yakutia, Lena River, lakes, feeds provision, fish fauna, open-water fish farming.

В настоящее время товарное рыбководство в озерных водоемах Якутии практически не осуществляется. Объективными причинами являются суровые природные условия, в том числе гидрологические и гидрохимические факторы, определяющие развитие кормовой базы и фауны рыб.

В бассейне среднего течения р. Лена расположено 174,7 тыс. озер с общей площадью 9463 км², из них 67,3% от их общей площади имеют площадь менее 1 км² [1–3]. Площадь озер, пригодных для ведения товарного рыболовства и включенных в рыбохозяйственный фонд, ориентировочно составляет 3,7 тыс. км² [4]. Водоемы расположены главным образом в междуречье Лена-Вилюй и Лена-Алдан. Рыбопродуктивность озер низкая и не превышает 5 кг/га. Возможность увеличения рыбопродуктивности за счет развития озерного рыбководства подтверждается успешными опытами по зарыблению ряда водоемов личинками пеляди *Coregonus peled* и байкальского омуля *C. migratorius*.

Обследовано 34 озера. Определена морфометрия водоемов, типы грунтов, высшая водная растительность, гидрохимический режим, кормовая база рыб (планктон, зообентос), ихтиофауна [5–13]. Отбор проб осуществлялся по общепринятым методикам.

Климат региона отличается большими различиями между зимними и летними температурами воздуха. Среднегодовая температура воздуха, по многолетним данным, составляет минус 10,2°C, а годовые амплитуды температур воздуха по абсолютным значениям достигают 102°C. Самый холодный месяц – январь, его среднемесячная температура – 42,7°C при значительных отклонениях. Зима продолжительная и малоснежная, длительность с температурами ниже 0°C составляет 204–219 дней. Июль является самым теплым месяцем года со средней температурой +18,7°C. Среднегодовое количество осадков составляет 247 мм. Снежный покров имеет существенное значение для пополнения поверхностных вод региона, средняя высота его колеблется от 25 до 50 см. Летом испарение с акватории озера в 2–4 раза превышает количество выпадающих осадков. Толщина льда на озерах средней Лены в зависимости от снежного покрова варьирует в пределах от 50–70 см до 100–150 см и в среднем составляет 80–90 см.

Большинство обследованных озер относятся к эрозионно-термокарстовому типу, имеют небольшие средние глубины, заросшие водной растительностью прибрежные участки и заиленное дно. В таких озерах содержание кислорода в конце марта – начале апреля по всем глубинам составляет в среднем 0,22 мг/л и может снижаться до 0,01 мг/л, что предполагает развитие заморных явлений. Летом содержание кислорода в воде значительно возрастает и достигает 8–12 мг/л.

По составу воды озера относятся к гидрокарбонатного класса с преобладанием кальциевой группы и содержанием гидрокарбонатов 381–720 мг/л. Минерализация воды изменяется в широких пределах от категории «малая» (14,2 мг/л) до «высокая» (1082,3 мг/л). Общая жесткость воды варьирует от очень мягкой (0,1–1,9 мг-экв./л) до жесткой (6,8–7,78 мг-экв./л). Водородный показатель (рН) составляет 5,5–9,35 и в ряде озер превышает ПДК, принятый для рыбохозяйственных водоемов. Цветность воды определяется величинами (по имитационной шкале) 15–40°. По содержанию аммонийного азота (0,08–0,26 мг/л), нитритов (0–0,42 мг/л), фосфатов (0,007–1,92 мг/л), железа общего (0,02–0,16 мг/л) и кремнекислоты (0,4–5,2 мг/л) вода большинства водоемов не превышает ПДК.

Самые низкие показатели щелочности отмечены весной вследствие таяния снега на прилегающей местности, богатой гуминовыми веществами. Большинство исследованных озер являются мезотрофными.

Кормовые беспозвоночные водоемов представлены организмами планктона и бентоса. Структура видового состава зоопланктона имеет ротаторно-копеподный и копеподно-ротаторный характер. Доминантными видами являются *Keratella cochlearis*, *Asplanchna priodonta*, *Trichotri apocillum*, *Paracyclops fimbriatus*, *Eudiaptomus gracilloides*, *Kellicottia longispina nauplii*. Количественные показатели численности и биомассы планктонных организмов в озерах колеблются в широких пределах от 520 до 128000 экз./м³ и от 22 до 4356,4 мг/м³.

Численность организмов зообентоса обследованных озер распределяется неравномерно и колеблется в пределах от 1 до 108 экз./м², биомасса – от 0,0042 до 10,5 г/м². Наибольшее разнообразие состава донной фауны отмечено в оз. Ниджили – 48 видов, среди них доминируют личинки хирономид и олигохеты.

Ихтиофауна водоемов представлена аборигенными видами (карась *Carassius carassius jacuticus*, озерный голянь *Rhynchocypris percunurus*, окунь *Perca fluviatilis*, обыкновенная плотва *Rutilus rutilus*, обыкновенная щука *Esox lucius*, обыкновенный ерш *Gymnocephalus cernua*) и видами интродуцентами (пелядь *Coregonus peled* и байкальский омуль *C. migratorius*).

Средние размеры рыб в уловах следующие (промысловая длина и масса): карась – 15 см и 121 г, голянь – 10 см и 20,1 г, окунь – 28,2 см и 451 г, плотва – 22,2 см и 217 г, щука – 43,2 см и 760 г, ерш – 15,1 см и 51 г, пелядь – 36 см и 1011 г, байкальский омуль – 26,1 и 248,8 г.

В озерах бассейна среднего течения р. Лена (по данным Ленского территориального управления Росрыболовства) добывается порядка 350 т карася, 8 т щуки, 11 т окуня, 3 т плотвы, 22 т пеляди и 4 т озерного голяня.

Климатическая характеристика района расположения озер позволяет отнести их к нагульной сиговой и нагульной сигово-карповой системам, предлагаемых для заморных и незаморных озер [14]. В водоемах Якутии в качестве основного объекта товарного выращивания в сиговой зоне можно рекомендовать пелядь, а в сигово-карповой – пелядь, амурского сазана *Cyprinus*

rubrofuscus и леща *Abramis brama*. Используя технологии эффективных рыбохозяйственных мелиораций, повышения продуктивности путем использования минеральных и органических удобрений, сокращения численности малоценной ихтиофауны, использование поликультуры (рыбы планктофаги и бентофаги) можно увеличить рыбопродуктивность озер в 10–15 раз [14,15]. За рыбление озер целесообразно осуществлять весной сразу после их вскрытия. Паразитологические исследования показали, что паразитофауна карасей в озерах не представляет опасности для вселяемой пеляди [13].

При рыбоводном освоении рыбохозяйственного озерного фонда в бассейне среднего течения р. Лена можно будет получать 1,8–2,0 тыс. т рыбоводной продукции.

Рекогносцировочная комплексная оценка биологического потенциала озер в бассейне среднего течения р. Лена предполагает возможность развития пастбищного рыбоводства в этом регионе. При проведении эффективной мелиорации, использования жизнестойкого посадочного материала, увеличения естественной кормности водоемов и применения кормов можно будет получать 1,8–2,0 тыс. т рыбоводной продукции. Для успешного развития пастбищного озерного рыбоводства необходимо предусмотреть создание районных рыбопитомников для обеспечения хозяйств рыбопосадочным материалом (например, пеляди) – мальками, сеголетками, годовиками. Товарное выращивание рыбы должно осуществляться в соответствии с требованиями рыбоводно-биологического обоснования.

Литература

1. Ресурсы поверхностных вод // Гидрологическая изученность. – Т. 17. – Вып. 4. – Л.: ГИМИЗ, 1964. – 128 с.
2. Ресурсы поверхностных вод // Гидрологическая изученность. – Т. 17. – Вып. 2. – Л.: ГИМИЗ, 1965. – 164 с.
3. Ресурсы поверхностных вод // Гидрологическая изученность. – Т. 17. – Вып. 3. – Л.: ГИМИЗ, 1964. – 211 с.
4. Кириллов А.Ф. Промысловые рыбы Якутии. – М.: Научный мир, 2002. – 194 с.
5. Озеро Ниджили / Титова К.Н., Ларионов Ю.П., Ларионова А.М., Павлов Ю.Д. – Якутск: Якуткнигоиздат, 1966. – 60 с.
6. Кириллов А.Ф. Карась озер Центральной Якутии // Илин (исторический, культурологический журнал). – Якутск: НИПК «Сахаполиграфиздат», 2000. – № 3(22). – С. 77–81.
7. Кириллов А.Ф., Мамилов Н.Ш., Шадрин Е.Г. Роль «уникальных» водоемов в сохранении разнообразия ихтиофауны Якутии // Вестник КазНУ, серия экологическая, № 1 (10). – Алматы, 2002. – С. 16–20.
8. Экологический мониторинг гидробионтов среднего течения реки Лены / Кириллов А.Ф., Ходулов В.В., Книжин И.Б. и др. – Якутск: Изд-во ЯНЦ СО РАН, 2009. – 176 с.
9. Фауна рыб озер в бассейне реки Вилюй // Эколого-биологические проблемы Сибири и сопредельных территорий: Мат. II научно-практ. конф. с международным участием / Кириллов А.Ф., Сивцева Л.Н., Жирков Ф.Н., Венедиктов С.Ю. – Нижневартовск: Изд-во Нижневарт. гуманитар. ун-та, 2011. – С. 114–119.
10. Мамилов Н.Ш., Кириллов А.Ф. Разнообразие ихтиофауны озер Якутии, выведенных из зоны промышленно-хозяйственной деятельности // Вестник КазНУ, серия экологическая. – Алматы, 2002. – № 1 (10). – С. 9–13.
11. Савинов Г.Н., Легостаева Я.Б., Маркова С.В., Кириллов А.Ф. и др. Ландшафтно-геохимические особенности формирования микроэлементозов в среднетаежной зоне Якутии. – М.: ООО Недра-Бизнесцентр, 2006. – 319 с.
12. Жирков Ф.Н., Кириллов А.Ф., Сивцева Л.Н. К экологии карася *Carassius carassius jacuticus* Kirillov, 1956 (*Cypriniformes*, *Cyprinidae*) водоемов Якутии // Биодиверситиология: Современные проблемы изучения и сохранения биологического разнообразия: Сборник научных статей IV Международной научно-практ. конф. – Чебоксары: «Новое время», 2012. – С. 44–46.
13. Ансолихова О.Д., Венедиктов С.Ю., Жирков Ф.Н., Ильин И.Ю., Карпов С.О., Кириллов А.Ф., Климовский А.И., Свешиников Ю.А. Экология карася *Carassius carassius jacuticus* (*Cypriniformes*, *Cyprinidae*) в заморных озерах бассейна среднего течения реки Лена (на примере озера Белое) // Молодой ученый. – 2013. – № 11 (58). – С. 233–236.

14. Системы ведения товарного рыбоводства в агропромышленном комплексе Тюменской области // Мухачев И.С., Слинкин Н.П., Попов Н.Я., Размашкин Д.А., Бабушкин А.А. – Тюмень: ОАО «Тюменский дом печати», 2005. – 240 с.

15. Методические рекомендации по зарыблению озер, выращиванию и вылову товарной рыбы в озерах. – Новосибирск: ЗапСибНИИВБАК, 2011. – 64 с.

УДК 620.91

Е.Ю. Сафрыгина

*Астраханский государственный технический университет,
Астрахань, 414025
e-mail: safrygina_ekaterina14@mail.ru*

ПРИРОДНЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ КАК АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ ПРОДУКТЫ ПОТРЕБЛЕНИЯ И ЖИЗНЕОБЕСПЕЧЕНИЯ ЧЕЛОВЕКА

В данной статье рассмотрены основные виды альтернативных источников энергии, их стоимость, достоинства и недостатки, применение в России. А также выделяются общие достоинства и недостатки каждого рассмотренного альтернативного источника и эффективность их применения для жизнеобеспечения человека. В заключении заостряется внимание на необходимости формирования нормативно-правовой базы, проведения поддержки альтернативной энергетики в рамках целевых программ.

Ключевые слова: окружающая среда, альтернативная энергия, эффективность.

E.Y. Safrygina

*Astrakhan state technical University,
Astrakhan, 414025
e-mail: safrygina_ekaterina14@mail.ru*

NATURAL ENERGY SOURCES AS ALTERNATIVE FOOD CONSUMPTION AND LIVELIHOODS PERSON

This article describes the main types of alternative energy sources, their cost, advantages and disadvantages, application in Russia. Also the total advantages and disadvantages of each of the described alternative energy source and the efficiency of their application for human life were distinguished. In conclusion it is said to pay attention to the formation of normative-legal base and to support alternative energy in frames of federal programmes.

Key words: environment, alternative energy, efficiency.

Увеличивающееся загрязнение окружающей среды, нарушение теплового баланса атмосферы постепенно приводят к глобальным изменением климата. Дефицит энергии и ограниченность топливных ресурсов с все нарастающей остротой показывают неизбежность перехода к альтернативным источникам энергии (АИЭ). Они возобновляемы, экологичны, основой их служит энергия Солнца и Земли.

По прогнозам, традиционные топливно-энергетические ресурсы, при существующих темпах развития нефтегазовой отрасли, иссякнут в ближайшие 100–150 лет. Мировые запасы угля составляют 30 трлн тонн, нефти – 300 млрд тонн, газа – 220 трлн м³. Разведанные запасы угля составляют 1685 млрд тонн, нефти – 137 млрд тонн, газа – 142 трлн м³. Несмотря на то, что в последние годы было сделано много открытий месторождений нефти и газа в шельфовых зонах морей, запасов угля хватит примерно на 270 лет, нефти на 35–40 лет, газа на 50 лет [1].

Практически все развитые страны мира уделяют серьезное внимание проблеме использования АИЭ. В России также разработана комплексная программа проведения научно-исследовательских, опытно-конструкторских работ по использованию АИЭ. Программой предусмотрен ряд организационных мероприятий по освоению промышленностью производства и широкомасштабного внедрения систем энергоснабжения, работающих на АИЭ.

Альтернативные источники энергии (АИЭ) – это источники на основе постоянно существующих или периодически возникающих в окружающей среде потоков энергии. Возобновляемая энергия не является следствием целенаправленной деятельности человека, и это является ее отличительным признаком [2].

Классификация альтернативных источников энергии

| Тип источника | Используемая энергия |
|---------------------|--|
| Ветряные | Движение воздушных масс |
| Геотермальные | Тепло планеты |
| Солнечные | Электромагнитное излучение солнца |
| Гидроэнергетические | Движение воды в реках и морях |
| Биотопливные | Теплоту сгорания возобновляемого топлива |

За рубежом интерес к этой технологии обусловлен многими причинами. Из основных это: снижение эксплуатационных расходов, повышение экологической безопасности за счет снижения вредных выбросов в атмосферу, и, наконец, энергоэффективность и снижение доли энергии при сжигании углеводородов, вырабатываемой с помощью традиционных источников энергии.

Лидерами в использовании альтернативных ВИЭ в 2004 г. были Китай, Германия, США, Испания и Япония, с 2006 г. – США. Топ-30 лидеров в рейтинге Ernst&Young 2010 года возглавил Китай, а среди участников рейтинга появились «новички» – Южная Корея, Румыния, Египет и Мексика. «Росбалт» предположил, что если в 2011 г. в России будет, наконец, дооформлена нормативно-правовая база по ВИЭ, то в рейтинг Ernst&Young сможет попасть и Россия. В Италии альтернативная энергетика стала конкурентоспособной отраслью к 2011 г. К 2012–2013 гг. то же самое, по мнению специалистов, должно произойти в Германии. Росту популярности альтернативной энергетики в целом в ЕС способствовала авария на японской АЭС «Фукусима-1» в марте 2011 г., и сразу же накрывшая западные страны волна радиофобии. После протестов своих граждан Германия ускорила планы полного отказа от атомной энергетики, несмотря на то, что эксперты отрицают возможность альтернативных источников равноценно восполнить энергопотребности государства (доля АЭС в энергобалансе Германии в 2010 г. составляла 30%). Но Германия планирует избавиться от АЭС до 2023 г., а долю альтернативной энергетики довести к тому времени до 35%. В Таиланде после протестов граждан власти заморозили пять проектов строительства АЭС. Ядерную программу приостановила Швейцария.

Привлекательность альтернативных источников энергии связана с неисчерпаемостью этих ресурсов, независимостью от конъюнктуры цен на мировых рынках энергоносителей, экологической частотой и низкой стоимостью эксплуатации. Большую роль играют и государственные программы, стимулирующие в той или иной форме применение энергетически эффективных и экологических технологий на базе АИЭ. Так в США на внедрение таких устройств, как гелио и ветроустановки, частным лицам доходят до 50–60% стоимости оборудования и монтажа.

Россия располагает мощным топливно-энергетическим комплексом и значительными запасами энергетических ресурсов, который является базой развития экономики, инструментом проведения внутренней и внешней экономики. Россия считается крупным экспортером энергии и топлива среди стран мира. Она располагает примерно 25% всех энергоресурсов планеты: мировых запасов газа – 45%, нефти – 13%, урана – 14%. [3]

В России интерес к альтернативным источникам энергии обусловлен, прежде всего, экономическими соображениями: энергонезависимость и возможность бесплатно использовать энергию из возобновляемых источников- природа это дает совершенно бесплатно; высокая стоимость подключения к источникам традиционного энергоснабжения.

Несмотря на высокий потенциал АИЭ в России, их доля в общем объеме производства энергии на территории страны по-прежнему мала. Доля возобновляемой энергетики в производстве электроэнергии составила в 2002 г. около 0,5% от общего производства или 4,2 млрд кВт·ч, а объем замещения органического топлива – около 1% от общего потребления первичной энергии или около 10 млн т. у. т. в год.

Основная проблема российских производителей альтернативной энергии – отсутствие законодательно-нормативной базы. Налицо и другие проблемы: невыгодность вложений в российскую альтернативную энергетику, неконкурентоспособность альтернативных ВИЭ по сравнению с традиционными ВИЭ и невозобновляемыми источниками, отсутствие инфраструктуры развития альтернативной энергетики.

В условиях отсутствия инвестиционного интереса не развивается инфраструктура российской альтернативной энергетики – нет достаточного количества и качества исследовательских работ, отсутствует мониторинг отрасли, не проводится обмен информацией, не готовятся кадры, нет общественной поддержки, нет поддержки инвесторов.

Остановимся более подробно на работе устройств, преобразующих альтернативную энергию в тепловую и электрическую.

Все более популярным альтернативным источником теплоэнергии в России становятся тепловые насосы. Они используются в системах отопления и горячего водоснабжения зданий. Основным достоинством тепловых насосов выделяют экономичность – тепловой насос использует энергию эффективнее любых котлов, сжигающих топливо, величина КПД у него больше 1. Также к достоинствам тепловых насосов относят повсеместность применения, экологичность и безопасность. Стоимость тепловых насосов от 30 000 руб. за тепловой кВт.[3].

Также к альтернативным источникам теплоэнергии относится термовихревая установка. Вихревой термогенератор представляет собой цельнометаллическую конструкцию, сваренную из стандартных стальных труб и жестко закрепленную на электронасосе. В нем используется запатентованное конструктивное оптимальное решение, обеспечивающее наибольшую простоту и надежность конструкции. Так как термогенератор полностью статичен, т.е. в нем нет ни одной подвижной детали, а движется только жидкость, прокачиваемая через него, он является практически «вечным» по надежности устройством. Термогенератор является полностью пожаробезопасным устройством (нет нагревательного элемента и отсутствие электрического контакта с нагреваемой средой), не требует технического обслуживания. В его приводе применяются стандартные электронасосы, отличающиеся высокими техническими характеристиками, низким уровнем шума, высокой надежностью и долговечностью. Термогенераторы могут устанавливаться в качестве основных и резервных систем отопления и горячего водоснабжения в индивидуальных домах, многоквартирных домах, общественных зданиях (школы, детские сады, администрации, больницы и т.д.), промышленных предприятиях.

Альтернативным источником электроэнергии, применяемых в России являются ветроустановки. Ветрогенератор эффективно работает либо параллельно с сетью, либо в составе автономного энергогенерирующего комплекса. Ветрогенератор в составе сети: средние и крупные ветрогенераторы – (единичной мощностью от 50 кВт до 5 МВт), зачастую объединены в группы (ветропарки) и установлены на специально подобранных площадках с постоянно дующим свежим ветром (обычно на берегах водоемов, склонов холмов, гор, на равнинах). (8–15 м/с), стоимость ветрогенератора составляет 1000–1500 Евро за кВт установленной мощности (в зависимости от производителя и мощности ветряка). Ветрогенератор в составе автономного энергокомплекса: ветрогенератор может работать в полностью автономном режиме без сети (обычно это небольшие и средние ветрогенераторы от 0,5 до 30 кВт). Помимо ветрогенератора в состав энергокомплекса обязательно входят аккумуляторные батареи, инвертор, контроллер и другое оборудование. Ветрогенератор может работать как индивидуально, так и в составе т.н. «гибридной установки», в комплексе с бензогенератором, дизель-генератором, солнечными батареями и т.д., стоимость самого ветрогенератора также как и в случае с большими ветряками составляет 1000–1500 Евро за кВт. [4].

Недостатками ветроустановками выделяют непостоянность ветра, следовательно, непостоянность энергии, довольно высокая стоимость установленной мощности, достаточно большой уровень шума.

Достоинства ветроустановок таковы: не требуют топлива, нет вредных выбросов, не требуется вода.

Использование энергии небольших водотоков с помощью малых гидроэлектростанций (микро-ГЭС) – одно из наиболее эффективных направлений развития альтернативной энергетики. Малая гидроэнергетика является прекрасной альтернативой централизованному энергоснабжению для удаленных и труднодоступных районов и районов с ограниченной передаточной

мощностью ЛЭП. Использование мини-ГЭС позволяет зафиксировать стоимость энергоресурсов на приемлемом для потребителя уровне, решает проблему перебоев электроэнергии.

Преимущества микро- и мини-ГЭС: отсутствует нарушение природного ландшафта и окружающей среды в процессе строительства и на этапе эксплуатации; отсутствует отрицательное влияние на качество воды: она не теряет первоначальных природных свойств и может использоваться для водоснабжения населения; практически отсутствует зависимость от погодных условий; обеспечивается подача потребителю дешевой электроэнергии в любое время года; отсутствуют проблемы, характерные крупной гидроэнергетике (строительство сложных и дорогостоящих гидросооружений, затопление местности и т.п.).

Источники энергии для малой гидроэнергетики являются: небольшие реки, ручьи, естественные перепады высот на озерных водосбросах и на оросительных каналах ирригационных систем, технологические водотоки (промышленные и канализационные сбросы), перепады высот питьевых трубопроводов, систем водоподготовки и других трубопроводов, предназначенных для перекачки различных видов жидких продуктов.

Все российские электростанции, использующие альтернативные источники энергии, имеют свои плюсы и минусы. Солнечную энергию в России можно эффективно использовать почти везде, но это дорого, требует больших площадей и огромных затрат. Ветряную энергию можно эффективно использовать только в определенных типах местности. Но начальные капиталовложения в эту отрасль относительно низкие. К тому же сейчас стоимость электроэнергии, полученной с помощью ветряных электростанций, почти равна стоимости энергии с ТЭЦ. Поэтому у ветроэнергетики большие перспективы. Другие виды альтернативных источников энергии также имеют хорошие перспективы в России [5].

Общими плюсами для всех является возобновляемость и меньший урон экологии от большинства. Минусами являются дороговизна, привязанность к определенным типам местности и относительно малая мощность, следовательно, пока реально возможно только комбинированное использование альтернативных и традиционных источников энергии. Это позволит снизить потребности в нефти, угле и газе, уменьшить или просто остановить рост темпов их добычи, что отсрочит энергетический кризис.

Также, российской энергетике для полноценного развития альтернативных источников энергии необходимо формирование нормативно-правовой базы, необходимо проводить поддержку альтернативной энергетики в рамках целевых программ. Данная поддержка может выражаться в непосредственном инвестировании средств федерального и регионального бюджетов в развитие нетрадиционной энергетики в наиболее перспективные проекты.

Литература

1. <http://www.rgo.ru>
2. Гришкова Е., Дзагуто В. За альтернативную энергетику заплатят потребители. – Коммерсантъ. – № 8 (4063). – 2009.
3. Медведев Ю. Энергия Солнца совсем не бесплатна. – Российская газета. – 2011.
4. http://www.memoid.ru/node/Alternativnaya_energetika_v_Rossii
5. <http://alternativenergy.ru/>

**СПИСОК ОРГАНИЗАЦИЙ – УЧАСТНИКОВ КОНФЕРЕНЦИИ
И ИХ АДРЕСА**

**Актюбинский региональный государственный университет имени К. Жубанова
(АРГУ им. К. Жубанова)**

030000, Казахстан, г. Актобе, пр. А. Молдагуловой, 34
Тел.: 8 (7132) 54-06-19
E-mail: info@arsu.kz

Гомельский государственный университет им.Ф. Скорины

246019, Беларусь, г. Гомель, ул. Советская, 104
Тел.: 8 (0232) 60-73-71, факс 57-81-11
www.gsu.by

**Государственный научно-исследовательский институт озерного и речного рыбного
хозяйства**

199053, Санкт-Петербург, наб. Макарова, д. 26
Тел.: (812) 323-77-24, (812) 323-60-51
E-mail: niorh@niorh.ru

Институт проблем экологии и эволюции имени А.В. Северцова РАН

119071, г. Москва, Ленинский проспект, д. 33
Тел.: (495) 954-75-53, факс (495) 954-55-34
E-mail: admin@sevin.ru

Казанский федеральный университет

420008, г. Казань, ул. Кремлевская, 18
Тел.: (843) 233-71-09, факс: (843) 292-44-48
E-mail: public.mail@kpfu.ru

Камчатский филиал Тихоокеанского института географии ДВО РАН

683000, г. Петропавловск-Камчатский, ул. Партизанская, 6
Тел.: (415-2) 42-34-57, факс: (415-2) 41-24-64
E-mail: tok-50@mail.ru

Керченский морской технологический университет

298309, Республика Крым, г. Керчь, ул. Орджоникидзе, 82
www.kgmtu.edu.ua

Крымский институт информационно-полиграфических технологий

95011, г. Симферополь, ул. Севастопольская, 62-А
www.kiipr.crimea.ua

МУП «Петропавловский водоканал»

683017, г. Петропавловск-Камчатский, пр. Циолковского, 3/1
Тел.: (4152) 21-86-10, факс (4152) 21-86-29
E-mail: Priemnaya@pkvoda.ru

НОУ ВПО «Таганрогский институт управления и экономики» (НОУ ВПО ТИУиЭ)

347900, Ростовская область, г. Таганрог, ул. Петровская, 45
Тел.: (8634)-383-360
E-mail: info@tmei.ru

Полярный НИИ морского рыбного хозяйства и океанографии им. Н.М. Книповича (ПИНРО)

183038, г. Мурманск, ул. Книповича, 6
Тел.: (8152) 47-25-32; факс: (8152) 47-33-31
E-mail: persey@pinro.ru

Учреждение образования «Белорусский государственный педагогический университет имени Максима Танка»

220030, Республика Беларусь, г. Минск, ул. Советская, 18
Тел./факс: 375 (17) 226-40-24
E-mail: bspu@bspu.unibel.by

ФБУ «Камчатская дирекция по техническому обеспечению надзора на море»

683031, г. Петропавловск-Камчатский, пр-т Карла Маркса, 29/1
Тел.: (4152) 25-19-39; факс: (4152) 25-19-39
E-mail: ktmd_torg@kcmimprg.iks.ru

ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Камчатском крае»

683004, г. Петропавловск-Камчатский, ул. Рябиковская, 22-б
Тел.: 8(4152)412-188
E-mail: orgo@mail.kamchatka.ru

ФГАОУ ВПО «Северо-Кавказский федеральный университет»

355009, г. Ставрополь, ул. Пушкина, 1
Тел.: (8652) 95-68-08, факс: (8652) 95-68-03
E-mail: info@ncfu.ru

ФГБНУ «ТИНРО-Центр»

690091, г. Владивосток, пер. Шевченко, 4
Тел./факс: (423) 23-00-751
E-mail: www.tinro-center.ru

ФГБНУ «ТИНРО-Центр», Чукотский филиал (ЧукотНИРО)

689000, г. Анадырь, Чукотский АО, ул. Отке, 56
Тел.: +7 (42722) 2-67-61
E-mail: tinro@piton-asc.ru

ФГБОУ ВПО «Астраханский государственный технический университет»

414025, г. Астрахань, ул. Татищева, 16
Тел.: (8512) 25-09-23, факс (8512) 25-73-68
E-mail: post@astu.org

ФБОУ ВПО «Волжская государственная академия водного транспорта» (ВГАВТ)

603950, г. Нижний Новгород, ул. Нестерова, 5А
Тел.: (831) 419-78-13, факс (831) 419-78-58
E-mail: vgavt@aqua.sci-nnov.ru

ФГБОУ ВПО «Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет»

690950, г. Владивосток, ул. Луговая, 52-б
Тел.: (4232) 44-03-06, факс (4232) 44-24-32
E-mail: 4232441176@mail.ru

ФГБОУ ВПО «Калининградский государственный технический университет»
236000, г. Калининград, пр. Советский, 1
Тел.: (4012) 99-59-01; факс: (4012) 91-68-46
E-mail: rector@klgtu.ru

**ФГБУН Научно-исследовательский геотехнологический центр Дальневосточного
отделения Российской академии наук**
683002, г. Петропавловск-Камчатский, Северо-Восточное шоссе, 30, а/я 56
Тел./факс: (4152) 29-26-39
E-mail: nigtc@kscnet.ru

**ФГБУН «Тихоокеанский океанологический институт им. В.И. Ильичева»
Дальневосточного отделения Российской академии наук**
690041, г. Владивосток, ул. Балтийская, 43
Тел.: (423) 231-1400; факс: (423) 231-2573
E-mail: pacific@vlad.ru

**ФГУП «Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства
и океанографии» (ВНИРО)**
107140, г. Москва, ул. Верхняя Красносельская, 17
Тел.: (499) 264-93-87; факс: (499) 264-91-87
E-mail: vniro@vniro.ru

**ФГУП «Государственный научно-производственный центр рыбного хозяйства»
Якутский филиал**
677000, г. Якутск, ул. Пионерская, д. 9
Тел.: (4112) 32-01-73

**ФГУП Тихоокеанский научно-исследовательский рыбохозяйственный центр,
Хабаровский филиал (ХфТИНРО)**
680000, Россия, Хабаровск, Амурский бульвар, 13-А
Тел./факс: (4212) 31-54-47
E-mail: khv@tinro.khv.ru

Ответственный за выпуск Н.Г. Клочкова

**ПРИРОДНЫЕ РЕСУРСЫ, ИХ СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ, ОХРАНА,
ПРОМЫСЛОВОЕ И ТЕХНИЧЕСКОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ**

*Материалы VI Всероссийской научно-практической конференции
(24–26 марта 2015 г.)*

Часть II

В авторской редакции
Технический редактор О.А. Лыгина
Верстка, оригинал-макет О.А. Лыгина
Фото на обложке С.О. Очеретяна

Подписано в печать 23.03.2015 г.
Формат 61*86/8. Печать цифровая. Гарнитура Times New Roman
Авт. л. 16,4. Уч.-изд. л. 16,77. Усл. печ. л. 16,74
Тираж 200 экз. Заказ № 75

Издательство
Камчатского государственного технического университета

Отпечатано полиграфическим участком издательства КамчатГТУ
683003, г. Петропавловск-Камчатский, ул. Ключевская, 35