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

НАУЧНЫЕ ТРУДЫ ДАЛЬРЫБВТУЗА

Scientific Journal of DALRYBVTUZ Vol. 48

Том
48

Адрес редакции:
Россия, 690087, Владивосток,
ул. Луговая, 52б
телефон: (423) 244-21-91
e-mail: nauch-tr@dgtru.ru
сайт: http://nauch-tr.dgtru.ru

2 · 2019

Научные труды Дальрыбвтуза. 2019. № 2 (т. 48)

Научный журнал
Издается с 1996 г.
Выходит 4 раза в год

Учредитель и издатель: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет». Адрес: Россия, 690087, г. Владивосток, ул. Луговая, 52б; e-mail: nauch-tr@dgtru.ru

Главный редактор – Н.Н. Ковалев, доктор биологических наук
Научный редактор – В.Д. Богданов, доктор технических наук, профессор
Ответственный секретарь – Т.В. Ломакина, начальник редакционно-издательского отдела

Редакционная коллегия:

Т.Е. Буторина, доктор биологических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Дальрыбвтуз»;
Нгуен Ву Тхань, профессор, доктор наук, Департамент нематодологии Института экологии и биологических ресурсов Вьетнамской академии наук и технологий (ВАНТ);
Г.С. Гаврилова, доктор биологических наук, главный научный сотрудник ФГБНУ «ТИНРО-Центр»;
О.А. Иванов, доктор биологических наук, зав. лабораторией прикладной биоценологии ФГБНУ «ТИНРО-Центр»;
Чан Яцин, профессор, доктор наук, директор колледжа рыболовства и биологических наук Даляньского океанологического университета;
А.Н. Соболенко, доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВО «МГУ им. адм. Г.И. Невельского»;
Б.И. Руднев, доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Дальрыбвтуз»;
Г.П. Кича, доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВО «МГУ им. адм. Г.И. Невельского»;
Э.Н. Ким, доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Дальрыбвтуз»;
В.А. Гроховский, доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Мурманский ГТУ»;
С.А. Бредихин, доктор технических наук, доцент, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева»;
Ли Вэй, кандидат биологических наук, профессор, Даляньский океанологический университет;
П.А. Стародубцев, доктор технических наук, профессор, ТОВВМУ им. С.О. Макарова;
А.М. Попов, доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности»;
С.Д. Руднев, доктор технических наук, доцент, ФГБОУ ВО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности»;
С.Н. Максимова, доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Дальрыбвтуз»;
М.М. Розенштейн, доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Калининградский ГТУ».

© Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, 2019

СОДЕРЖАНИЕ

ИХТИОЛОГИЯ. ЭКОЛОГИЯ 5

Дорошенко М.А., Матросова И.В., Линдун В.О. Эколого-экономические проблемы морских млекопитающих в шельфовых зонах морей Дальневосточного региона 5

Мустафаева З.А., Камилов Б.Г., Абдурахимова А.Н., Мирзаев У.Т. Выращивание карпа методами аквакультуры 10

Рыбникова И.Г., Матросова И.В. Использование паразита-индикатора *Anisakis simplex* в популяционных исследованиях тихоокеанской сельди *Clupea pallasii* (Clupeiformes : Clupeidae) в присахалинских водах 17

ПРОМЫШЛЕННОЕ РЫБОЛОВСТВО. АКУСТИКА 25

Бородин П.А., Пилипчук Д.А. Некоторые аспекты сравнительной экспертизы образцов рыболовных ниток 25

Грибова К.А., Лисиенко С.В. Анализ структуры работы добывающего флота по освоению ресурсного потенциала в многовидовой промысловой системе «Восточно-Камчатская зона Дальневосточного рыбохозяйственного бассейна» в период 2017–2018 гг. 29

ТЕХНОЛОГИЯ И УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ 35

Богданов В.Д., Симдянкин А.А., Назаренко А.В. Исследование скорости вымораживания воды в тканях промысловых гидробионтов 35

Глебова Е.В., Горьянова А.Р. Разработка модели интеграции риск-менеджмента в процесс обслуживания на предприятиях общественного питания 40

Карпенко Ю.В., Панчишина Е.М., Скальская В.А. Оценка показателей качества и безопасности рыбной кулинарной продукции, полученной по технологии sous vide (су-вид) 52

Симдянкин А.А., Назаренко А.В. Исследование влияния изменения температурного напора в воздушных конденсаторах на параметры холодильных установок 62

ЭКОНОМИКА РЫБОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ОТРАСЛИ 67

Ющик Е.В. Компьютеризация процесса обучения методам линейного программирования в рамках курса «Прикладная математика» 67

CONTENTS

ICHTHYOLOGY. ECOLOGY 5

Doroshenko M.A., Matrosova I.V., Lindun V.O. Environmental and economical problems of marine mammals in offshore areas of the seas of the Far East region..... 5

Mustafayeva Z.A., Kamilov B.G., Abdurakhimova A.N., Mirzayev U.T. Of carp farming using of aguaculture 10

Rybnikova I.G., Matrosova I.V. The use of the indicator parasite *Anisakis simplex* in population studies of Pacific herring *Clupea pallasii* (Clupeiformes : Clupeidae) in sakhalin waters 17

INDUSTRIAL FISHERIES. ACOUSTICS 25

Borodin P.A., Pilipchuk D.A. Some aspects of comparative examination of fishing thread patterns 25

Gribova K.A., Lisienko S.V. Analysis of work fishing fleet for the development of resource potential in the multiple production system «Eastern Kamchatka area Far fishery basin» in the period 2017–2018 29

TECHNOLOGY AND QUALITY CONTROL OF FOOD PRODUCTS 35

Bogdanov V.D., Simdiankin A.A., Nazarenko A.V. Investigation of the water freezing speed in tissues of fishing hydrobionts 35

Glebova E.V., Goryanova A.R. Development of a methodological approach to integration of risk management in the service process at public catering enterprises 40

Karpenko Ju.V., Panchishina E.M., Skalskaya V.A. The evaluation of quality and safety indicators ready-to-eat fish products by SOUS VIDE 52

Simdiankin A.A., Nazarenko A.V. Study of the effect of changing the temperature charge in air capacitors on the parameters of the refrigerating installation..... 62

ECONOMY OF FISHING INDUSTRY 67

Yushchik E.V. Computerization of the process of teaching the methods of linear programming in the framework of the course «Applied mathematics»..... 67

ИХТИОЛОГИЯ. ЭКОЛОГИЯ

УДК 57.022

М.А. Дорошенко, И.В. Матросова, В.О. Линдун
Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,
690087, г. Владивосток, ул. Луговая, 52б

ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ МОРСКИХ МЛЕКОПИТАЮЩИХ В ШЕЛЬФОВЫХ ЗОНАХ МОРЕЙ ДАЛЬНЕВОСТОЧНОГО РЕГИОНА

Приведена информация, касающаяся деятельности по исследованию экологических аспектов взаимоотношения морских млекопитающих с представителями рыбодобывающей отрасли на основе общего промыслового фактора – добычи рыбных ресурсов.

Ключевые слова: *морские млекопитающие, добыча, прибрежная зона, антропогенное воздействие, экологическая безопасность.*

M.A. Doroshenko, I.V. Matrosova, V.O. Lindun

ENVIRONMENTAL AND ECONOMICAL PROBLEMS OF MARINE MAMMALS IN OFFSHORE AREAS OF THE SEAS OF THE FAR EAST REGION

The article provides information on activities to study the environmental aspects of the relationship of marine mammals with representatives of the fishing industry on the basis of the overall fishing factor – the production of fish resources.

Key words: *marine mammals, mining, coastal zone, anthropogenic forcing, ecological safety.*

В результате усиления экономических и научных работ в прибрежной зоне Дальнего Востока антропогенные процессы приносят негативные последствия и служат мощным стресс-фактором для морских млекопитающих [4]. Прибрежные зоны характеризуются высоким уровнем динамичности, уязвимостью, разнородной чувствительностью к определённым видам хозяйственной деятельности. В этой связи появляется необходимость создания новых стратегий природопользования, показывающих базовые позиции экологической безопасности для реализации экономической деятельности – на фоне приспособления этого хозяйствования к естественным условиям окружающей среды. Важность изменения принципов реализации экономической деятельности в шельфовой зоне Дальнего Востока основана на преобразовании главных позиций освоения природного потенциала страны, возникновении новых особо охраняемых территорий и акваторий, которые послужат укреплению экологического фундамента Дальневосточного региона.

Большое значение для исследований экологических особенностей морских экосистем представляют ластоногие (*Pinnipedia*). Ларга (*Phoca largha*) вызывает интерес как самый распространённый дальневосточный тюлень – типичный ихтиофаг. Пищевой рацион этого тюленя включает в себя множество видов, представляющих объекты промышленного рыболовства [3].

Питание пёстрой нерпы изучается с первых экспедиций по исследованиям ластоногих; интерес к трофическим отношениям тюленей был не случайным. Выяснение количественного и качественного состава пищи тюленей проводилось посредством выявления размера

возможного ущерба, который приносится тюленями гидробионтам, являющимся объектами промысла. Пищевые отношения ларги в различных частях ареала и в отдельные сезоны изучены весьма неравномерно. Сравнительно полная информация собрана в районах промысла вида в Охотском и Беринговом морях в течение тех сезонов, когда этот промысел осуществлялся.

Основной пищей для дальневосточного пятнистого тюленя в южной части Охотского моря является навага; среди других рыб в рационе охотоморской ларги отмечены минтай, камбала, песчанка, корюшка. Из беспозвоночных поедаются головоногие моллюски: осьминоги, кальмары – и некоторые виды ракообразных.

На западном берегу Камчатки основное значение в рационе ларги принадлежит лососёвым рыбам (*Salmonidae*). В связи с тем обстоятельством, что явление взаимоотношений ларги с лососями представляет особый интерес, необходимо указать главные аспекты. Пятнистая нерпа оказывает существенное влияние на лососёвых рыб, поедая значительную долю рыбы, идущую в устья рек. Кроме того, значительное число лососей травмируется, что препятствует нормальному нересту. Согласно данным анализа наибольший процент травм имеют кижуч (*Oncorhynchus kisutch*) и кета (*Oncorhynchus keta*). Эти рыбы крупного размера, у них больше шансов вырваться из пасти хищника, чем, например, у горбуши; а также их движение на нерест приходится на период, когда для тюленей нагульный сезон заканчивается – ларги уже не так активны в преследовании травмированной добычи.

Поступают новые сведения, дающие более корректную оценку роли других хищников в прибрежных экосистемах. Специалистами изучен вопрос питания пелагических хищных рыб тихоокеанскими лососями, преимущественно горбушей. Было отмечено, что сильное влияние на численность лососей на путях миграций оказывают кижалозуб (*Anotopterus pharao*) и алепизавр (*Alepisaurus ferox*). Следует заметить, что оба хищника оставляют на теле лососей порезы и глубокие рваные раны, которые обнаружены на 5–6 % изученной горбуши. Анализ пространственного распределения мигрирующих особей, получивших ранения, позволило сделать вывод о высокой выживаемости, в связи с этим часть травмированных рыб приходит к местам нереста.

Ещё один хищник, который активно питается лососями, – белуха (*Delphinapterus leucas*). Эти дельфины, скапливающиеся в прибрежных районах Охотского и Берингова морей, в больших количествах поедают идущих на нерест лососей. Строение и форма зубов у белухи не позволяют держать активно сопротивляющуюся жертву крупных размеров. У рыбы, вырвавшейся из пасти белухи, остаются характерные следы на теле, они напоминают следы от зубов пёстрой нерпы. При тщательном изучении травм, оставленных белухами и тюленями, их можно качественно распознать. Таким образом, становится понятным, что степень негативного воздействия ларги на лососёвых рыб в акваториях Охотского и Берингова морей слишком преувеличена.

Давно известно, что уже перелинявшие бельки ларги начинают самостоятельно добывать пищу в возрасте 5 недель; при этом в их рационе преобладают мелкие и малоподвижные ракообразные. Этот период в развитии сеголетков наиболее критический, ведь от характера их самостоятельного питания зависит, насколько благополучно будет происходить процесс адаптации молодых тюленей к условиям среды их обитания. Именно это обстоятельство выявляет динамику роста и развития морских хищников, а кроме того, время достижения полового созревания.

Из ракообразных в питании молодых особей ларги преобладают, главным образом, такие виды, как: эвфаузииды, амфиподы, декаподы, углохвостая креветка (*Pandalus goniurus*). Эвфаузииды – сравнительно лёгкая добыча, поэтому на ранней стадии самостоятельного питания они поедаются серками чаще, чем остальные ракообразные. Что касается рыбы, то в первую очередь излову подлежат стайные породы – навага, молодь минтая, песчанка [3].

Общее количество беспозвоночных и рыб, поедаемых молодняком тюленей за одну кормёжку, сравнительно невелико: всего несколько экземпляров. Наибольшее количество найденных в одном желудке серки эвфаузиид составляет примерно 70 экземпляров, углохвостой креветки – около 37 и мелкого минтая – примерно 15 экземпляров. Начиная самостоятельно охотиться, молодые ларги достигают взрослых навыков питания через 11 недель после рождения.

Было замечено, что согласно изучению трофических конкурентных отношений ларги с другими представителями семейства тюленьих присутствует низкая степень их развития (слабо проявляющийся антагонизм), так как выявлена существенная разница в наборе кормов; также ларга отличается способностью быстро переключаться с одних видов кормов на другие. Ещё наблюдаются различия в рационах особей разных возрастных групп, поэтому дифференцированное распространение особей разных возрастов способствует значительному снижению внутри- и межвидовой пищевой конкуренции.

Видовой состав рыб, употребляемых ларгой в различных ареалах обитания в различные сезоны, очень изменчив, что объясняется способностью ларги переходить с одного вида корма на другой, более массовый для данной акватории или сезона, а также в связи с глубинами, гидрометеорологической обстановкой и т.п. В некоторых случаях ларга способна поедать даже морских птиц.

В поисках пищи пёстрая нерпа погружается до глубины 600 м, как и обыкновенный тюлень (*Phoca vitulina richardi*). Её охотничья стратегия выражена активным поиском и активным преследованием. Хищничество ларги по отношению к добыче, при наличии разных видов корма, достаточно избирательное. В летне-осенний период на западном побережье Камчатки базовый рацион взрослых особей тюленей – это голец и горбуша (более 96 % рациона); но в данный период на нерест идут в основном другие лососи: нерка (*Oncorhynchus nerka*), кета (*Oncorhynchus keta*), сима (*Oncorhynchus masou*), – которые согласно анализу поедаются тюленями реже.

Из вышеприведённого следует, что ларга характеризуется потреблением в пищу разных морских и речных гидробионтов. На протяжении эволюционного развития этот тюлень выработал способность к быстрому переходу с одних видов кормовых объектов на другие. Но каждая из существующих популяций имеет определённые предпочтения в питании, что обусловлено особенностями ареала их обитания.

Возникновение вопросов о количестве популяций, численности, динамике сезонных колебаний, миграциях и размещении тюленей в акваториях дальневосточных морей доступно для понимания. Растущее население отдельных регионов нуждается в увеличении продовольственной базы, улучшении экономически выгодных инфраструктур тех районов страны, куда можно переселить большое количество граждан для проживания. Главное богатство прибрежной дальневосточной территории – рыба; таким образом, чем больше рыбных ресурсов, тем больше возможностей развития рыбного хозяйства страны для перспективной жизнедеятельности растущего населения Дальнего Востока [5]. Помимо этого, рост экспорта морепродуктов (в основном, рыбного сырья) в страны АТР не сокращается, позволяя рыбной промышленности получать не самую высокую оценку своих затрат с незначительной окупаемостью промысла. Поэтому становится ясна необходимость контроля над морским хищником – типичным ихтиофагом, – основу питания которого составляет рыба.

При этом каждый элемент экосистемы является её незаменимым компонентом, служащим рациональности функционирования системы в целом, способствуя её гармоничному прогрессу. Посредством природных сил, как утверждают учёные, биосфера обеспечивает свой гомеостаз, контролируя все процессы, явления и феномены (многочисленные эффекты адаптивных реакций).

Усиление антропогенного воздействия на ареал обитания ластоногих проявляется в тенденции к сокращению численности особей в дальневосточных морях и, кроме того, в сокращении числа лежбищ тюленей отдельных популяций. Являясь типичным хищником, ларга выполняет разные функции – биоиндикаторную, санитарную, экосистемную. Появление тюленей близ устьев нерестовых рек сигнализирует о ходе рыбы на нерест, что весьма важно для местного населения [1].

При росте антропогенного воздействия и активизации экономической деятельности в морях Дальнего Востока обусловлена значимость применения важных мер также по охране китообразных. Среди более уязвимых китов выделяют охотско-корейскую популяцию серых китов (*Eschrichtius gibbosus*), включённую в I категорию списка угрожаемых видов «Critically Endangered» Международного союза охраны природы, что связано с интенсивной разработкой нефтегазовых месторождений, находящихся на шельфе северо-восточного Сахалина [2]. Оценка воздействия работы нефтегазовых компаний на популяцию серых китов выявила следующие положения: 1) учёт опасности интенсивного акустического воздействия на китов, позволяя проведение работ только в период отсутствия или минимальной численности особей; 2) соблюдение общепринятых критерий по снижению шумового воздействия на китов, мониторинг шумов, поведения китов, их распределения; 3) контроль загрязнения акваторий, прилегающих к шельфовой зоне.

Состояние китообразных в Дальневосточном регионе вызывает серьёзные опасения в связи с отсутствием регулярных, комплексных исследовательских работ, позволяющих собрать нужные данные для оценки перспектив дальнейшего развития популяций, а также в результате нарушения биоценозов, возникающих при хозяйственной деятельности человека в шельфовых зонах дальневосточных морей.

В настоящее время нет единой методики снижения антропогенного воздействия при проведении человеком хозяйственной деятельности. Необходимо приложить возможные усилия для того, чтобы создать систему, которая включит разработку и адаптацию методик смягчения воздействия на морские экосистемы, обучение специалистов и повышение их квалификации [4]. Все проекты разведки и освоения шельфовых месторождений проходят доскональную экоэкспертизу, включая оценку воздействия на окружающую среду [6]. При этом многие частные и государственные компании придерживаются политики устойчивого развития в области природопользования. Таким образом, мероприятия по минимизации негативного воздействия на морских млекопитающих входят в «План по защите морских млекопитающих» различных организаций страны.

В Дальневосточном регионе проводятся совместные экспедиции исследовательских институтов различных стран, входящих в состав АТР. В частности, продолжается деятельность российско-китайской комплексной экспедиции. Среди важных вопросов по изучению арктических проблем учёные выясняют причины деградации ледяных покровов. Данное явление приводит к уменьшению численности редких морских млекопитающих (ластоногие, белый медведь и др.), что может стать причиной вымирания видов.

Изучение и сохранение ластоногих Дальнего Востока России имеет большое значение для развития, поддержки и стимулирования экологических связей морских экосистем региона. Помимо этого, сбалансированное и рациональное природопользование оказывает прямое воздействие на экономику прилегающих территорий, в связи с чем обусловливается планомерное обеспечение потребностей населения в долгосрочной перспективе посредством изъятия морских гидробионтов как в целях снабжения, так и в целях коммерции.

Список литературы

1. Волошина И.В. Береговые тюлени Японского моря. Владивосток: Русский остров, 2007. С. 245.

2. Дорошенко Н.В., Дорошенко М.А. Состояние биоразнообразия и охраны морских млекопитающих дальневосточных морей в контексте устойчивого развития // Материалы III Междунар. науч.-техн. конф.: в 2 ч. Владивосток: Дальрыбвтуз, 2014. 367 с.

3. Трухин А.М. Ларга. Владивосток: Дальнаука, 2005. С. 78–87.

4. Удовик Д.А., Глазов Д.М., Удовик Е.В., Рожнов В.В. Современное состояние организации наблюдений за морскими млекопитающими при проведении хозяйственной и исследовательской деятельности в шельфовой зоне морей России // Морские млекопитающие Голарктики. СПб.: Совет по морским млекопитающим, 2014. С. 64.

5. Концепция развития рыбного хозяйства Российской Федерации на период до 2020 г. от 21.07.2008 № 1057 р.

6. Федеральный закон «Об экологической экспертизе» от 23.11.1995, № 174-ФЗ.

Сведения об авторах: Дорошенко Майя Андреевна, доктор биологических наук, профессор, e-mail: maya-dorosh@mail.ru;

Матросова Инга Владимировна, кандидат биологических наук, доцент, зав. кафедрой, e-mail: ingavladm@mail.ru;

Линдун Виктория Олеговна, эколог, e-mail: lindun@bk.ru.

УДК 639.3.07

З.А. Мустафаева, Б.Г. Камилов, А.Н. Абдурахимова, У.Т. Мирзаев
Институт зоологии Академии наук Республики Узбекистан,
100053, г. Ташкент, ул. Богишамол, 232б

ВЫРАЩИВАНИЕ КАРПА МЕТОДАМИ АКВАКУЛЬТУРЫ

Приводятся исследования естественной кормовой базы рыбоводных прудов молодого рыбхоза в Сырдарьинской области Узбекистана и экспериментальные данные по выращиванию культуры мальков карпа (Cyprinus carpio L.) с применением кормов, перемешанных и подготовленных в виде суспензии. Контрольный лов для анализа роста и расчета биомассы карпов проводили каждые 15 дней. К 15 сентября 2018 г. сеголетки карпа достигли индивидуальной массы тела 77–200 г, рыбопродуктивность 30–40 ц/га (к середине сентября).

Ключевые слова: *карп, естественные и подготовленные корма, аквакультура*.

Z.A. Mustafayeva, B.G. Kamilov, A.N. Abdurakhimova, U.T. Mirzayev

OF CARP FARMING USING OF AGUACULTURE

The article presents studies of the natural food resources of fish ponds of the young fish farm located in the Syrdarya region of Uzbekistan and experimental data on the cultivation of carp (Cyprinus carpio), with the use of feed mixed and prepared in the form of a suspension. The control crystals for analysis of growth and calculation of the biomass of carps, was performed every 15 days. By September 15, of carp fingerlings reached an average individual body weight of 77–200 g on average, fish productivity of 30–40 C / ha (by mid-September).

Key words*: carp (Cyprinus carpio), of natural and prepared feed, aquaculture.*

Введение

Основной производитель рыбы сегодня – это прудовое рыбоводство. В настоящее время производство рыбы в Узбекистане – результат использования устойчивых биотехнологий (как в рыболовстве, так и в аквакультуре). Самым перспективным объектом наращивания *товарной массы* биотехнологий является карп в прудовой поликультуре. Важной проблемой биотехнологии карпа является выращивание рыбопосадочного материала (сеголетков и годовиков), которым на втором году жизни зарыбляют как нагульные пруды, озера и водохранилища для формирования промысловых стад в диких водоемах. Основными проблемами биотехнологии являются воспроизводство и кормление рыбопосадочного материала в условиях рыбопитомников.

Согласно теории прудовой поликультуры карповых рыб выращивание сеголетков карпа в условиях географической зоны Узбекистана проводят в целевых выростных прудах, где основным источником питательных веществ для молоди являются организмы естественной кормовой базы. С ростом молоди в пруды вносят рассыпчатые или гранулированные (мелкие гранулы) корма для роста карпа с содержанием протеина 18–24 %.

Целью данного исследования являлось обоснование применения иных приемов кормления молоди карпа с использованием суспензии из растительного сырья для повышения эффективности прудовых хозяйств.

В процессе исследований также апробированы приемы оптимизации методов заполнения пруда водой с целью регулируемого повышения концентрации личинок и мальков.

Материал и методы

Объектами исследования являлись карп (*Cyprinus carpio* Linnaeus, 1759) и гидробиологические объекты (фитопланктон, зоопланктон, зообентос, макрофиты) рыбоводных прудов рыбоводного хозяйства, расположенного в Сырдарьинской области Голодностепного района Узбекистана.

Проводили стандартные гидробиологические [1–6] и ихтиологические рыбоводческие методы проведения полевых и лабораторных работ [7, 8, 14]. Для индентификации организмов планктона, бентоса и макрофитов были использованы определители [9–13, 15].

Гидрохимические показатели определялись с помощью термооксиметра марки YSI Pro 2030 с гальваническим кислородным сенсором. Водородный показатель (pH) определялся с помощью Eco Testr pH2.

Применение искусственного корма в виде суспензии осуществлялось со второго дня после зарыбления пруда. Внесение корма осуществляли в утреннее время. Основу корма составляли плоды бобовых (соя), которые предварительно замачивали на несколько часов. Набухшие бобы пропускали через молотковую дробилку с добавлением воды в соотношении бобов и воды 1 : 2. Полученное «молочко» собирали в баки, а затем разливали по поверхности воды пруда. Впервые дни – по рыбоводной канаве, далее – с охватом большей площади.

Результаты

Рыбоводные пруды – обширнейшая группа искусственных прудов, при эксплуатации которых человеком создаются условия для массового развития кормовых объектов рыб. Пруды – стоячие водоемы с глубиной до 3,0 м, хорошо прогреваемые и подверженные быстрой эвтрофикации, заилению и зарастанию макрофитами.

Проведение полевых исследований и сбор материалов по формированию естественной кормовой базы в опытном пруду, анализ размерного состава зарыбляемого стада молоди и опыты по кормлению молоди культивируемых карповых рыб проводили в течение вегетационного сезона (весна–осень) 2018 г. в малых земляных прудах, которые предварительно подготовили к наполнению водой и зарыблению.

На водоподающем гидротехническом сооружении установливали фильтр в виде мешка из мелкоячейного сита для предотвращения проникновения в пруд рыб и других водных животных, которые могут поедать молодь культивируемых рыб.

Дезинфекцию каналов осуществляли внесением негашеной извести из расчета 200 кг/га.

Первоначально pH воды составлял 6,7, в дальнейшем в опытных прудах pH варьировал в пределах 7,5–8,2. Минерализация воды из дренажных каналов составляла 1,1–2,9 мг/л.

Подготовка к зарыблению включала выстилку дна тросниковыми матами, внесение органических удобрений (навоз) из расчета 4 т/га и по всему урезу воды для постепенного вымывания.

Предполагается, что биогены, постепенно попадая в воду, будут способствовать развитию фито- и зоопланктона, а также бактериофлоры, что благоприятно для формирования богатой естественной кормовой базы.

Поступающая вода из подводящего дренажного канала Абай в прудовое хозяйство в апреле–мае, на момент отбора гидробиологических проб, по визуальным наблюдениям была мутноватая, серовато-глинистого цвета, без запаха. Температура воды в канале и рыбоводных прудах варьировала от 18,0 до 24,6 ^{o}C. В летний период поступающая вода в прудах, по визуальным наблюдениям, была мутноватая, темно-зеленого цвета, без запаха. Температура воды в рыбоводных прудах составляла 23,0–25,5 ^{o}C и далее прогревалась весь июль и первую половину августа до 27,0–29,2–32 ^{o}C. Минерализация в канале Абай не превышала 210 мг/л, pH 8,42, хлориды 7,44 мг/л, показатель растворенного в воде кислорода в среднем 8,3 мг/л.

Гидробиологические исследования. Исследования по формированию естественной кормовой базы водных объектов рыбхоза Сырдарьинской области за 2018 г. позволили определить 202 вида водных организмов, из которых 156 – микроводоросли из сообществ фитопланктона, 22 – зоопланктона, 16 – зообентоса и 8 видов макрофитов.

Доминантный комплекс фитопланктонных сообществ был представлен, прежде всего, продуцентами, наибольшего развития и разнообразия среди которых достигают синезеленые (Cyanophyta) – 42 вида, зеленые (Chlorophyta) – 39 видов и диатомовые (Bacillariophyta) – 56 видов водоросли. С невысоким обилием в пробах были отмечены эвгленовые (Euglenophyta) – 10 видов, динофитовые (Dinophyta) – 5 видов и по 2 вида криптофитовых (Chryptohyta) и золотистых (Chryzophyta) водорослей.

Сине-зеленые водоросли (Cyanophyta) представлены в основном планктонными колониальными и нитчатыми формами из родов *Microcystis*, *Merismopedia, Dactylococcopsis, Coelosphaerium, Gloeocapsa, Gomphosphaeria, Anabaena*, *Synechocystis, Oscillatoria, Phormidium, Lyngbia, Spirulina.* Наиболее многочисленными являлись представители нитчатых синезеленых водорослей сем. Oscillatoriaceae и колониальные сем. Merismopediaceae. Численность сине-зеленых водорослей варьировала в пределах от $13825{,}0 \cdot 10^3$ кл/л до $42025{,}0 \cdot 10^3$ кл/л, биомасса составляла от 320,4 г/л до 1508,5 г/л соответственно.

Доминирующий комплекс зеленых (Chlorophyta) водорослей представлен одноклеточными, колониальными и многоклеточными формами водорослей из протококковых, десмидиевых и вольвоксовых микроводорослей родов *Scenedesmus, Ankistrodesmus, Tetraedron, Staurastrum, Carteria, Dunaliella, Chlamidomonas* и др. Численность зеленых водорослей варьировала в пределах от $4475.0 \cdot 10^3$ кл/л (подводящий канал) до $64250{,}0 \cdot 10^3$ кл/л (пруд), биомасса которых составляла от 1130,0 г/л до 18014,4 г/л соответственно.

Диатомовые водоросли (Bacillariophyta) по таксономическому разнообразию занимают доминирующее положение в альгофлоре исследованных участков прудов, однако в пробах отмечены с невысоким обилием (1–12 клеток) и не создавали большую биомассу. Представлены диатомеи широко распространенными пресноводно-солоноватоводными видами *Cyclotella meneghiniana, C.Kuetzingiana, C.caspica, Melosira varians, Synedra minusculus, Achnanthes affinis, Ach.minutissima, Rhoicosphenia curvata*, а также солоноватоводными видами родов *Navicula, Nitzschia, Amphora (A.cofeaformis)* и др. Численность диатомовых водорослей в пробах варьировала в пределах от $275{,}50 \cdot 10^3$ кл/л (подводящий канал) до $1787{,}50 \cdot 10^3$ кл/л (пруд), биомасса составляла от 87,5 г/л до 659,0 г/л соответственно.

Эвгленовые (Euglenophyta), динофитовые (Dinophyta), криптофитовые (Cryptophyta) и золотистые (Chryzophyta) водоросли представлены родами *Euglena* (*E.acus* Ehr., *E.spirogyra* Ehr., *E.intermedia* Schmitz), *Phacus* (*Ph.acuminatus* Huebner. *Ph.pyrum* (Ehr.) Mereschk), *Astasia, Glenodinium* (*Gl.cinctum* Lemm *Gl.borgei* (Lemm.) Schiller)*, Gymnodinium, Peridinium, Chromulina, Chryptomonas, Thrachelomonas.*

Большинство обнаруженных видов водорослей являются широко распространенными b- и b-a-мезосапробными формами, тяготеющими к водоемам с повышенной трофностью и имеющими широкую экологическую валентность.

Сообщества *зоопланктона* представлены в основном озерно-прудовыми формами трех основных групп: коловратками (класс Rotifera), веслоногими (отр. Copepoda) и ветвистоусыми (подкласс Cladocera) ракообразными.

В весенне-летний период в некоторых прудах рыбхоза наблюдалось визуально регистрируемое развитие зоопланктона. В зоопланктоне прудов было обнаружено 22 вида, из них 14 видов коловраток; 5 видов ветвистоусых и 3 вида веслоногих ракообразных. Коловратки (Rotifera) представлены в основном бесцветными жгутиковыми, инфузориями, простейшими из родов *Amoeba, Bodo, Paramecium, Glaucoma*, эвтрофными формами коловраток родов

Keratella, Brachionus (*Br.nilsoni* Ahlstrom, *Br. plicatilis* Müller)*, Polyarthra, Asplancha,* зарослевыми и придонными *Euchlanis, Rotaria, Colurella, Chilodonella, Vorticella.* Кладоцеры (Cladocera) – *Scapholeberis rammneri* Dumont, Pensaert, *Daphnia hyalina* Leydig, *D.magna* Straus, *Moina brachiata* (Jurine), *M.micrura* Kurz.; копепода (Copepoda) – *Eucyclops serrulatus* (Fischer), *Cyclops vicinus* Uljanin, *Acanthocyclops trajani* Mirabdullayev et Defaye, а также их копеподитные и науплиальные стадии развития. Численность зоопланктонеров варьирует от 20,5 тыс. экз./м^3 до 266,5 тыс. экз./м^3. Биомасса зоопланктона составляла от 0,14 г/м^3 до 406,3 г/м^3. Такую разницу в численности и биомассе дает присутствие в зоопланктоне ветвистоусого рачка *Daphnia hyaline*, размеры которого варьировали от 0,5 до 0,9 мм, при численности от 187,5 тыс. экз./м^3 до 288,7 г/м^3, что составляет примерно 70 % от численности и биомассы зоопланктона. Среди веслоногих ракообразных доминирующим видом являлся *Cyclops vicinus* – довольно крупный рачок (достигает длины до 1,5 мм). Его численность в зоопланктоне варьирует от 0,4 до 4,3 тыс. экз./м^3, а биомасса – от 0,05 до 0,55 г/м^3, что составляет 40–90 % от общего зоопланктона.

Таким образом, бурное развитие фитопланктона в рыбоводных прудах, особенно в летний период, способствовало обильному развитию организмов зоопланктона.

Бентофауна исследуемых рыбоводных прудов (весна–лето 2018 г.) по видовому и количественному разнообразию наиболее представлена в литорали, где было отмечено 16 видов организмов, из которых личинки поденок (Ephemeroptera) – 4, личинки стрекоз (Libellulidae) – 2, личинки комаров (Chironomidae) – 2 и по одному виду: нематоды (Nematoda), малощетинковые черви (Oligochaeta), личинки двукрылых (Simuliidae), водяной жук (Coleoptera), водяной клоп (Corixidae), пиявка (Herpodellidae), моллюск (Mollusca), креветка (Decapoda).

В отобранных пробах бентоса были отмечены также личинки поденок *Caenis macrura, Baetis transiliensis, Cloëon dipterum,* личинки стрекоз сем. Coenagrionidae, личинки хирономид родов *Chironomida, Tanytarsus,* водяной клоп гладыш *Heserrocorixa linnai* и креветка *Macrobrachium nipponense asper*.

Илисто-песчаные грунты, доминирующие на дне канала, являются более консервативной средой с большим остаточным содержанием органических компонентов и дефицита кислорода, поэтому донная фауна рыбоводческих прудов не отличается большим разнообразием и представлена в основном илоядными формами олигохетно-хирономидным комплексом, а именно: a-p-сапробных видов личинок хирономид п/сем. Chironomidae и малощетинковые червей сем. Tubificidae, а также b-a-сапробные виды нематод и олигохет, характерных для эвтрофированных и умеренно загрязненных вод.

Зарыбление личинками карпа опытного пруда было проведено в июне 2018 г. Подросшие личинки (1 млн. шт.) доставлялись к месту зарыбления из инкубационного цеха в двухслойных целлофановых мешках объемом 20 л и после кратковременной температурной адаптации выпускались в пруд.

В первую неделю вода заполняла только будущие рыбосборные канавы, где глубина воды составляла 0,3–0,5 м, остальная часть ложа (основная часть) была сухой. Этот прием позволил повысить концентрацию личинок для более эффективного использования вносимых кормов. После достижения мальками массы 0,5 г уровень воды в пруду повышали, при этом мелководная, самая продуктивная часть пруда, была хорошо прогреваемой, что способствовало развитию естественной кормовой базы.

Применение искусственного корма в виде суспензии осуществлялось со второго дня после зарыбления пруда. Внесение корма осуществляли в утреннее время. Основу корма составляли бобовые и злаки, которые предварительно замачивали на несколько часов и далее измельчали на мельнице.

В июне рацион рассчитывали по принципу «по поедаемости». С конца июня количество вносимого корма составляло 8 % от биомассы рыб. При массе мальков более 7 г рацион составлял 6 %, а с августа до сентября – 4 % от биомассы рыбы пруду.

Данные контрольных ловов для условно «медленно растущих» и «быстро растущих» карпов в пруду представлены в таблице.

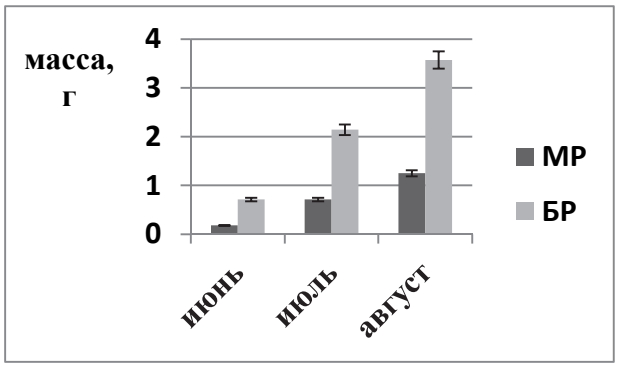
Средние индивидуальные массы тела двух групп сеголетков карпа в прудах за вегетационный сезон 2018 г.

The average individual body mass of two groups of carp fingerlings in ponds during the growing season 2018

Дата контрольного лова	Средняя масса мальков, г	
	Медленно растущие	Быстро растущие
1 июня	0,03±	0,03±
15 июня	0,3±	1±
1 июля	5±	20±
15 июля	12±	40±
1 августа	25±	80±
15 августа	40±	120±
1 сентября	60±	180±
9 сентября	77±	202±
Прирост массы, % от исходного	256 666,7	673 333,3

Из приведенных в таблице данных видно, что использование экспериментального корма в виде суспензии обеспечивало рост мальков карпа в течение всего периода наблюдения. Проведенные расчеты свидетельствуют, что прирост массы мальков в группе «медленно растущие» за весь период наблюдения составил 256 666,7 %, для группы «быстро растущие» – 673 333,3 %. Следует отметить, что прирост массы мальков за один месяц кормления также различался и варьировал для «медленно растущих» мальков от 5,0 до 35 г, для «быстро растущих» – от 20,0 до 100,0 г.

Анализ эффективности корма принято оценивать по темпам роста животных. Анализ среднесуточного роста массы мальков карпа за весь период наблюдения представлен на рисунке.



Среднесуточный прирост массы мальков карпа в летний период
The average daily weight gain of carp fry in summer

Из представленных на рисунке данных видно, что темпы роста мальков карпа за летний период возрастали и достигали максимума в августе. Изменение темпов роста, по-видимому, связано с ростом естественной кормовой базы, что подтверждается гидробиологическими исследованиями.

Выводы

Предлагаемая технология кормления карпа в виде фактически растворенных ингредиентов (в виде суспензии) позволяет обеспечить высокий рост личинок и молоди, а также полную утилизацию используемого корма. К тому же такие корма используются организмами естественной кормовой базы сразу после их внесения, стимулируя увеличение их количества.

Данный метод кормления – использование кормосмесей в виде суспензии – является новым для Республики Казахстан и способствует повышению рыбопродуктивности прудовых хозяйств за счет увеличения эффективности кормления и роста выращиваемой молоди. При этом используются доступные ингредиенты для корма, что экономически более привлекательно в сравнении с дорогостоящими кормосмесями, используемыми в настоящее время.

Апробация, применение и оптимизации метода частичного заполнения пруда водой (с целью регулируемого повышения концентрации личинок и мальков) также оказывают положительный эффект: высокая концентрация молоди рыб способствует эффективному использованию корма.

Список литературы

1. Киселев И.А. Вводные и общие вопросы планктологии. Планктон морей и континентальных водоемов. Л.: Наука, 1969. Т. 1. С. 123–258. Т. 2. С. 658.

2. Усачев П.И. Количественная методика сбора и обработки фитопланктона // Тр. ВГБО. 1961. Вып. 11. С. 411–415.

3. Катанская В.Н. Высшая водная растительность континентальных водоемов СССР. Методы изучения. Л.: Наука, 1981. С. 187.

4. Салазкин А.А., Иванова М.Б., Огородникова В.А. Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоемах. Зоопланктон и его продукция // Сб. науч. тр. АН СССР. Л.: ГосНИОРХ, 1984. 55 с.

5. Попченко В.И., Булгаков Г.П., Тальских В.Н. Мониторинг макрозообентоса. Руководство по гидробиологическому мониторингу экосистем. СПб.: Гидрометеоиздат, 1992. С. 64–104.

6. Мустафаева З.А., Мирзаев У.Т., Камилов Б.Г. Методы гидробиологического мониторинга водных объектов Узбекистана: метод. пособие. Ташкент: Навруз, 2017. 102 с.

7. Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб (преимущественно пресноводных). М.: Пищ. пром-сть, 1966. 376 с.

8. Привезенцев Ю.А. Интенсивное прудовое рыбоводство. М.: Агропромиздат, 1991. 368 с.

9. Алексеев В.Р., Добрынина Т.И., Глаголева С.М. и др. Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий: в 2 т. / под ред. С.Я. Цалолихина. СПб., 1995. 632 с.

10. Забелина М.М., Киселев И.А., Прошкина-Лавренко А.И., Шещукова В.С. Определитель пресноводных водорослей СССР. Т. 4. Диатомовые водоросли. М.: Советская наука, 1953. Вып. 2. 620 с.

11. Курсанов Л.И., Забелина М.М., Мейер К.И., Ролл Я.В., Пешинская Н.И. Определитель низших растений. Водоросли. М.: Изд-во «Советская наука», 1977. Т. 1, 2.

12. Кутикова Л.А. Фауна аэротенков. Атлас. Л.: Наука, 1984. 265 с.

13. Музафаров А.М., Эргашев А.Э., Халилов С. Определитель сине-зеленых водорослей Средней Азии. Ташкент: Изд-во «Фан», 1988. Т. I–III. 893 с.

14. Britton J.R., Boar R.R., Grey J., Foster J., Lugonzo J., Harper D.M. From introduction to fishery dominance: the initial impacts of the invasive carp Cyprinus carpio in Lake Naivasha, Kenya, 1999 to 2006 // Journal of Fish Biology. 2007. Vol. 71. P. 239–257.

15. Streble H., Krauter D. Microflora und Microfauna des subwassers. Das Leben im Wassertropfen, Franckh-Kosmos Verlags GmbH, Stuttgard, 1988. 399 p.

Сведения об авторах: Мустафаева Зури Асановна, младший научный сотрудник, e-mail: zuri05@mail.ru;

Камилов Бахтияр Ганиевич, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник, e-mail: bkam58@rambler.ru;

Абдурахимова Альбина Нурмухамедовна, младший научный сотрудник, e-mail: albina2983@gmail.com;

Мирзаев Улугбек Тураевич, кандидат биологических наук, зам. директора по науке Института зоологии, e-mail: umirzayevuz@mail.ru.

УДК 597.533.1

И.Г. Рыбникова, И.В. Матросова
Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,
690087, г. Владивосток, ул. Луговая, 52б

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПАРАЗИТА-ИНДИКАТОРА *ANISAKIS SIMPLEX* В ПОПУЛЯЦИОННЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ ТИХООКЕАНСКОЙ СЕЛЬДИ *CLUPEA PALLASII* (CLUPEIFORMES : CLUPEIDAE) В ПРИСАХАЛИНСКИХ ВОДАХ

Количественные показатели зараженности сельди в водах Сахалина свидетельствуют о высокой зараженности рыб в бассейне Охотского моря, у восточного побережья острова. Причем в отдельные годы сельдь была инвазирована практически на 100 %. К акватории этого водоема приурочены локальные, так называемые местные популяции, а также широкомигрирующая сахалино-хоккайдская сельдь. В бассейне Японского моря, у западного побережья Сахалина величина показателей зараженности сельди значительно ниже. К этой акватории приурочены локальная популяция, а также широкомигрирующая сельдь сахалино-хоккайдской популяции. Анализ причинно-следственных связей зараженности сельди в указанных районах позволяет подтвердить полученные ранее выводы о популяционной структуре сельди, обитающей в водах, омывающих о. Сахалин.

Ключевые слова: *сельдь, нематоды, анизакисы, экстенсивность инвазии, интенсивность инвазии, индекс обилия.*

I.G. Rybnikova, I.V. Matrosova

THE USE OF THE INDICATOR PARASITE *ANISAKIS SIMPLEX* IN POPULATION STUDIES OF PACIFIC HERRING *CLUPEA PALLASII* (CLUPEIFORMES : CLUPEIDAE) IN SAKHALIN WATERS

Quantitative indicators of infestation of herring in the waters of Sakhalin reveal a high infection rate of the fish in the basin of the sea of Okhotsk, off the Eastern coast of the island. Moreover, in some years almost 100 % of the herring was infested. The so-called local populations as well as widely migrating Sakhalin Hokkaido herring are relative to the waters of this reservoir. In the basin of the sea of Japan, off the West coast of Sakhalin, the indicator values of herring infestation are much lower. The local population as well as widely migrating herring of Sakhalin Hokkaido population are relative to this area. The analysis of causality of herring infestation in these areas allows us to confirm the earlier conclusions about the population structure of herring inhabiting the waters around Sakhalin island.

Key words*: herring, nematodes, anisakis, extensiveness of invasion, intensity of invasion, index of abundance.*

Введение

В северо-западной части Тихого океана в разные годы были проведены паразитологические исследования рыб. По их результатам опубликованы разрозненные фаунистические и систематические работы, включающие материалы по нематодам рыб исследуемого региона [1–10]. По данным Г.Ф. Соловьевой [3], массовыми паразитами, зарегистрированными во всех дальневосточных морях, являются личинки нематоды *A. simplex*, обнаруженные у 42 видов рыб, в том числе у тихоокеанской сельди (зараженность 56,6 %). Анализируя роль трески в жизненном цикле *A. simplex* в Балтийском море, было отмечено, что заражение этих хищных рыб личинками 3-й стадии происходит через сельдь – основного пищевого объекта трески. Та же, в свою очередь, получает анизакисных личинок на той же 3-й стадии развития при питании ракообразными, главным образом, эвфаузиидами. В прибрежных водах Балтики сельдь служит основным источником заражения анизакисными нематодами, помимо трески и судака, поскольку составляет значительную часть его пищевого рациона [5].

Использование анизакид как биологических индикаторов структуры популяции и биологических особенностей их хозяев подтверждает уже известные истины. Особенно большое значение подобный метод приобретает при изучении популяционной структуры животных, выделении их единиц запаса и организации рационального промысла.

Количественные показатели зараженности личинками *A. simplex* были использованы при дифференциации популяций горбуши в водах Сахалина [4]. Паразиты-индикаторы позволили решить вопросы дифференциации локальных стад нерки [11]. Различия в интенсивности инвазии минтая, обследованного в водах вокруг о. Хоккайдо, личинками *A. simplex* и *Contracaecum osculatum* позволили рекомендовать названных нематод в качестве биоиндикаторов при выделении единиц запаса этой массовой и очень важной в промысловом отношении рыбы [12].

Пять видов гельминтов, в том числе *A. simplex, Contracaecum* sp. и *Hysterothylacium* sp*,* использовали в качестве биологических меток при выделении единиц запаса тихоокеанской сельди в водах Калифорнии [13].

Именно благодаря существенным различиям в видовом составе гельминтов, в том числе анизакид, и частоте их встречаемости у кальмара Бартрама был сделан вывод об образовании им в северной части Тихого океана двух крупных группировок (на востоке и западе этого региона), не смешивающихся в нерестовый период [14].

Экскурс в историю использования анизакид в качестве биологических индикаторов при популяционных исследованиях рыб и беспозвоночных показывает, сколь полезными могут быть эти паразиты в таких случаях. Особенно эффективен паразитологический метод в тех случаях, когда его используют вкупе с другими методами, например, эколого-географическим, морфометрическим, генетическим.

Сведения о зараженности тихоокеанской сельди личинками этого паразита актуальны и представляют большой практический интерес. Являясь массовым видом паразитов, достаточно крупные и легко распознаваемые личинки *A. simplex* могут использоваться как паразиты-индикаторы популяций тихоокеанской сельди, эксплуатируемых промыслом.

Материл и методы исследований

Материалом для работы послужили выборки нерестовой тихоокеанской сельди, выловленной в Японском и Охотском морях (рис. 1). При выполнении биологического анализа только что выловленной сельди личинок нематоды выбирали из полости тела рыб; количество личинок подсчитывали в каждой особи.

Результаты и их обсуждение

Количественные показатели зараженности сельди в водах Сахалина свидетельствуют о высокой зараженности рыб в бассейне Охотского моря, у восточного побережья острова. Причем в отдельные годы сельдь была инвазирована практически на 100 % [9]. К акватории этого водоема приурочены локальные, так называемые местные популяции, а также широкомигрирующая сахалино-хоккайдская сельдь. В бассейне Японского моря, у западного побережья Сахалина величина показателей зараженности сельди значительно ниже. К этой акватории приурочены локальная популяция (декастринская), а также широкомигрирующая сельдь сахалино-хоккайдской популяции.

Сравнительный анализ зараженности сельди личинками анизакисов по районам исследования выявил места с наиболее высокими и наиболее низкими показателями зараженности. Высокая степень инвазии личинками анизакисов отмечена у нерестовой сельди южной части зал. Петра Великого [15], оз. Тунайча, в зал. Советская Гавань и у северо-восточного побережья о. Сахалин.

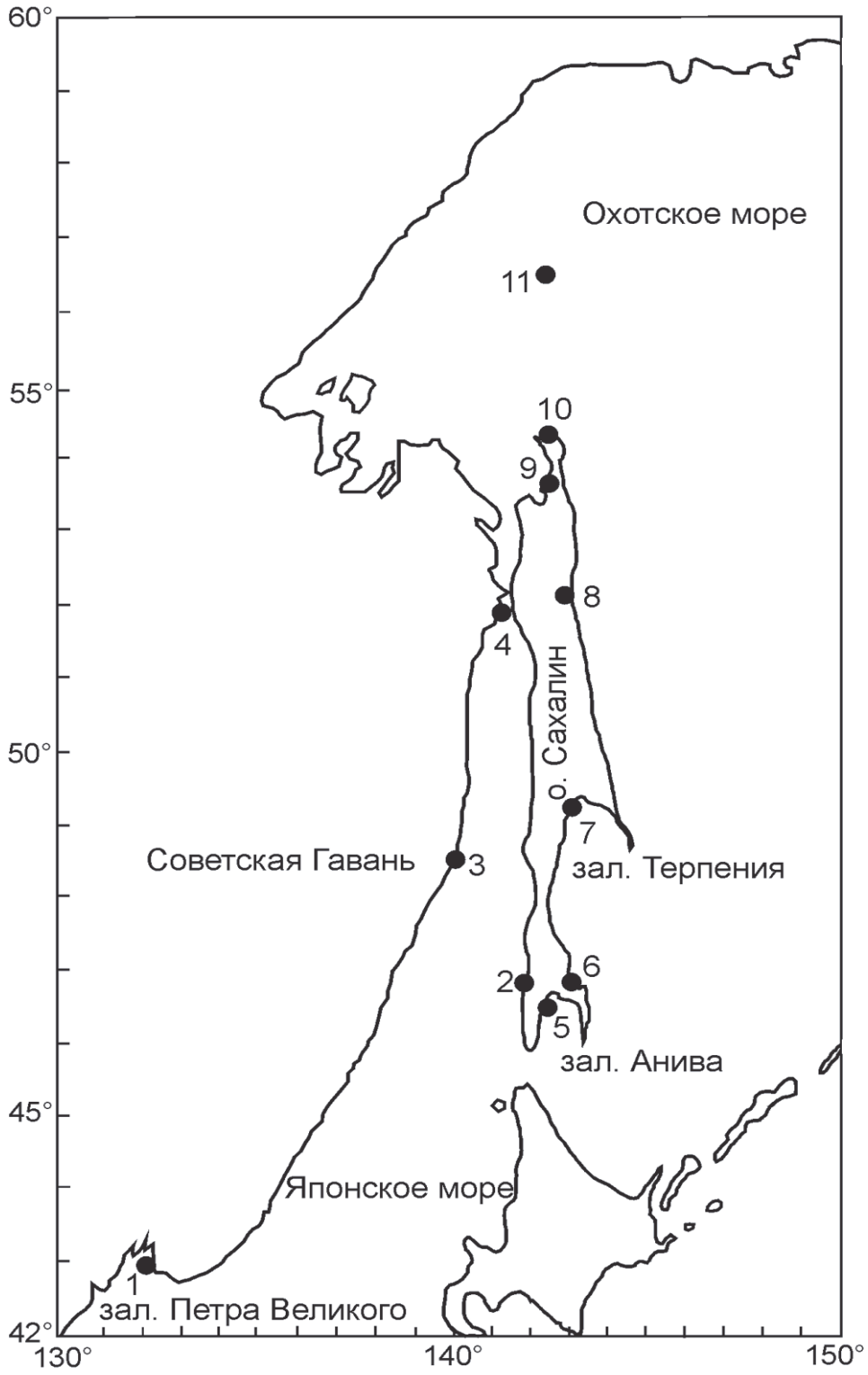


Рис. 1. Районы сбора выборок тихоокеанской сельди: 1 – зал. Петра Великого; 2 – юго-западный Сахалин; 3 – зал. Советская Гавань; 4 – северо-западный Сахалин; 5 – зал. Анива; 6 – оз. Тунайча; 7 – зал. Терпения, оз. Невское; 8 – северо-восточный Сахалин; 9 – Сахалинский залив; 10 – северный Сахалин; 11 – Ионо-Кашеваровский район

Fig. 1. Areas of collecting Pacific herring samples: 1 – Peter the Great Bay; 2 – southwestern Sakhalin; 3 – Sovetskaya Gavan Bay; 4 – northwestern Sakhalin; 5 – Aniva Bay; 6 – Lake Tunaicha; 7 – Gulf of Patience, Lake Nevskoye; 8 – northeastern Sakhalin; 9 – Sakhalin Gulf; 10 – northern Sakhalin; 11 – Iony-Kashevarov area

Низкие показатели зараженности имели исследованные сельди у юго-западного Сахалина и в Сахалинском заливе (таблица). В начале 90-х гг. наблюдалась очень высокая зараженность сельди анизакисами в районах бассейна Охотского моря. Так, экстенсивность инвазии в этот период у сельди в зал. Терпения была 95 %, в оз. Тунайча – 80; в заливах северо-восточного побережья Сахалина – от 50 до 83; в Сахалинском заливе – 59,3 %. Для акватории северной части Японского моря (Татарский пролив) эти показатели были значительно ниже: у юго-западного Сахалина – 23; у северо-западного Сахалина – 14 %. В целом отмечено, что наименьшая степень зараженности была присуща сельди, которая обитала у побережья западного Сахалина. Несмотря на выявленную тенденцию к росту показателей инвазии, меньше всех была заражена сельдь, обитающая у юго-западного Сахалина (сахалино-хоккайдская популяция). Кроме того, отмечена повышенная зараженность рыб местных группировок, в том числе и озерных сельдей (Тунайча, Невское) [7, 16].

Многолетние данные по зараженности сельди личинками *Anisakis simplex* в разных районах Японского и Охотского морей
Multiyear data on the infestation of herring with the larvae of *Anisakis simplex* in different areas of Japan and Okhotsk Sea

Материал		Длина рыб, см		Число рыб	Экстенсивность инвазии, %	Интенсивность инвазии	Индекс обилия
Район	Годы	колебания	средняя				
1. Заливы Петра Великого, Посьета и Нарва	1996–2001	22,0–39,0	29,05	108	82,3	1–47	6,8
Уссурийский, Амурский заливы, р. Раздольная	2003–2008	21,0–30,6	24,05	112	50,9	1–5	1,04
2. Юго-западный Сахалин	1977–1979	21,0–39,5	28,50	465	12,5	1–11	0,3
	1992	26,0–32,0	29,28	100	23,0	1–12	1,02
	1994–1995	20,0–37,5	28,04	296	32,3	1–15	3,58
3. Зал. Советская Гавань	2000	22,0–37,0	34,08	100	95,0	1–25	11,95
4. Северо-западный Сахалин	1977–1979	20,5–28,0	25,20	231	14,5	1–5	0,18
	1985–1986	19,0–31,5	26,80	342	51,4	1–9	1,53
	1990–1991	21,5–31,5	26,34	150	14,0	1–10	0,45
5. Зал. Анива	1977–1979	17,5–27,0	19,60	100	20,0	2–4	0,57
6. Оз. Тунайча, юго-восточный Сахалин	1977–1979	12,2–25,5	19,30	371	30,7	1–1	0,89
	1992	15,0–29,0	20,37	200	80,0	1–155	9,73
7. Зал. Терпения	1977–1979	17,3–27,0	22,60	100	47,0	1–8	0,99
	1982–1983	17,5–32,0	24,00	1345	37,85	1–45	2,8
	1993	19,5–31,5	24,04	100	95,0	2–33	7,57
Оз. Невское	1981	21,0–26,5	23,44	99	61,6	1–15	3,7
8. Северо-восточный Сахалин	1992, 1998	15,5–31,2	25,56	400	72,5	1–56	5,86
	2003	25,4–32,0	26,0	50	80,0	1–14	3,8
9. Сахалинский залив	1991–1992	16,0–30,8	21,60	300	59,3	1–23	2,59
10. Северный Сахалин	2003	25,4–32,0	28,80	50	80,0	1–14	3,8
11. Ионо-Кашеваровский р-н	2006	26,0–32,0	28,74	57	50,0	2–5	1,5

Анализ причинно-следственных связей зараженности сельди в указанных районах позволил подтвердить полученные ранее выводы о популяционной структуре сельди, обитающей в водах, омывающих о. Сахалин.

Аллозимное изучение сахалинских сельдей внесло большой вклад в популяционно-генетические исследования тихоокеанской сельди. Было установлено, что у тихоокеанской сельди имеется выраженная внутривидовая популяционная структура. В Японском и Охотском морях имеется несколько популяционных совокупностей, которые можно интерпретировать как генетически обособленные локальные стада. Учитывая значимую межгодовую генетическую изменчивость внутри отдельных популяций, а также особенности дискриминации популяций, можно полагать, что локальное стадо у тихоокеанской сельди является подразделенной или генетически неоднородной популяцией. К генетически самостоятельным локальным стадам (подразделенным популяциям) можно отнести: (1) местные популяции вод Приморья и Сахалинского залива; (2) совокупность популяций сахалино-хоккайдской сельди; (3) совокупность местных популяций северо-восточного Сахалина и оз. Тунайча (рис. 2). Можно полагать, что локальное стадо у тихоокеанской сельди является подразделенной или генетически неоднородной популяцией. Популяция состоит из динамичных элементов – субпопуляций, обменивающихся между собой мигрантами. Различия между отдельными подразделенными популяциями поддерживаются комплексно за счет дифференцирующего естественного отбора и дрейфа генов [17, 18].

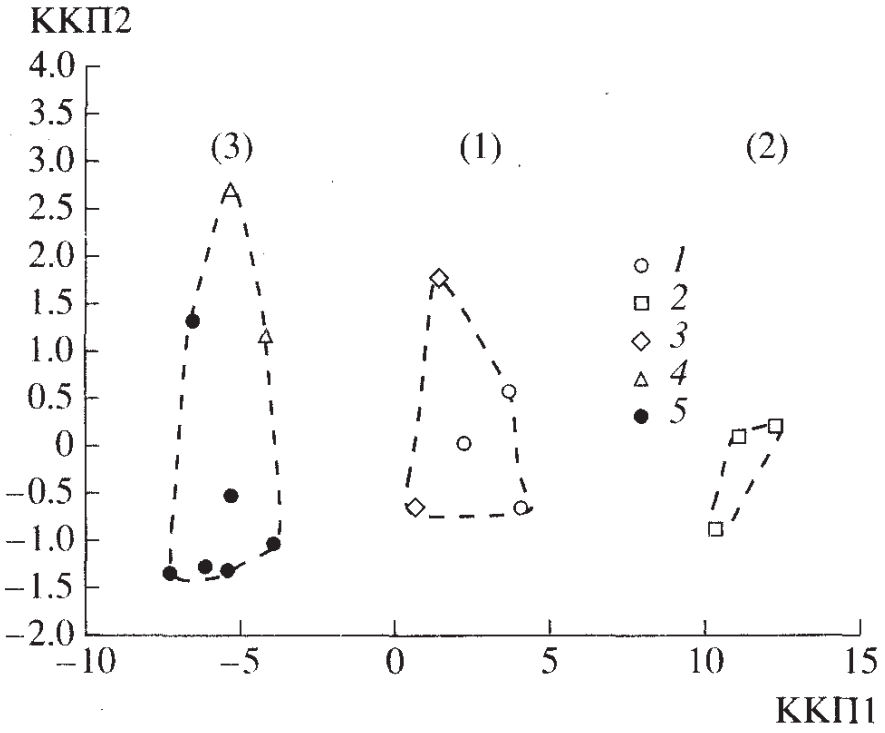


Рис. 2. Двухмерное распределение значений корней канонических переменных (ККП), полученных при дискриминантном анализе пяти популяций (1–5) тихоокеанской сельди *Clupea pallasii*: 1 – приморская; 2 – сахалино-хоккайдская; 3 – Сахалинского залива; 4 – оз. Тунайча; 5 – северо-восточного Сахалина; пунктирными линиями показаны выделяющиеся локальные стада
Fig. 2. The two-dimensional distribution of the values of the roots of canonical variables (RCV) obtained from the discriminant analysis of five populations (1–5) of Pacific herring *Clupea pallasii*: 1 – Primorye population; 2 – Sakhalin-Hokkaido population; 3 – Sakhalin Gulf population; 4 – Lake Tunaycha population; 5 – North-Eastern Sakhalin population; the dotted lines show different local shoals

Нужно отметить, что результаты изучения аллозимной изменчивости тихоокеанской сельди согласуются с данными, полученными для североохотоморской группировки сельди

по данным RAPD [19], а также с данными об изменчивости контрольного региона мтДНК при изучении внутривидовой структуры тихоокеанской сельди Японского и южной части Охотского морей [20].

С помощью дискриминантного и факторного анализа признаков или морфометрических индексов была выявлена изменчивость и дифференциация многомерных векторов-особей в группы, которые имеют ясный биологический смысл, представляя локальные стада тихоокеанской сельди. Полученные данные многомерного анализа морфометрических признаков подтверждают опубликованные ранее морфобиологические и генетические сведения о наличии не менее трех локальных стад тихоокеанской сельди в водах Сахалина. Локальное стадо сахалино-хоккайдской сельди, дававшее в прошлом основные уловы в районе Сахалина, обнаруживает отчетливую морфометрическую дифференциацию, отличающую его от других группировок сельди в исследованном районе (рис. 3) [21].

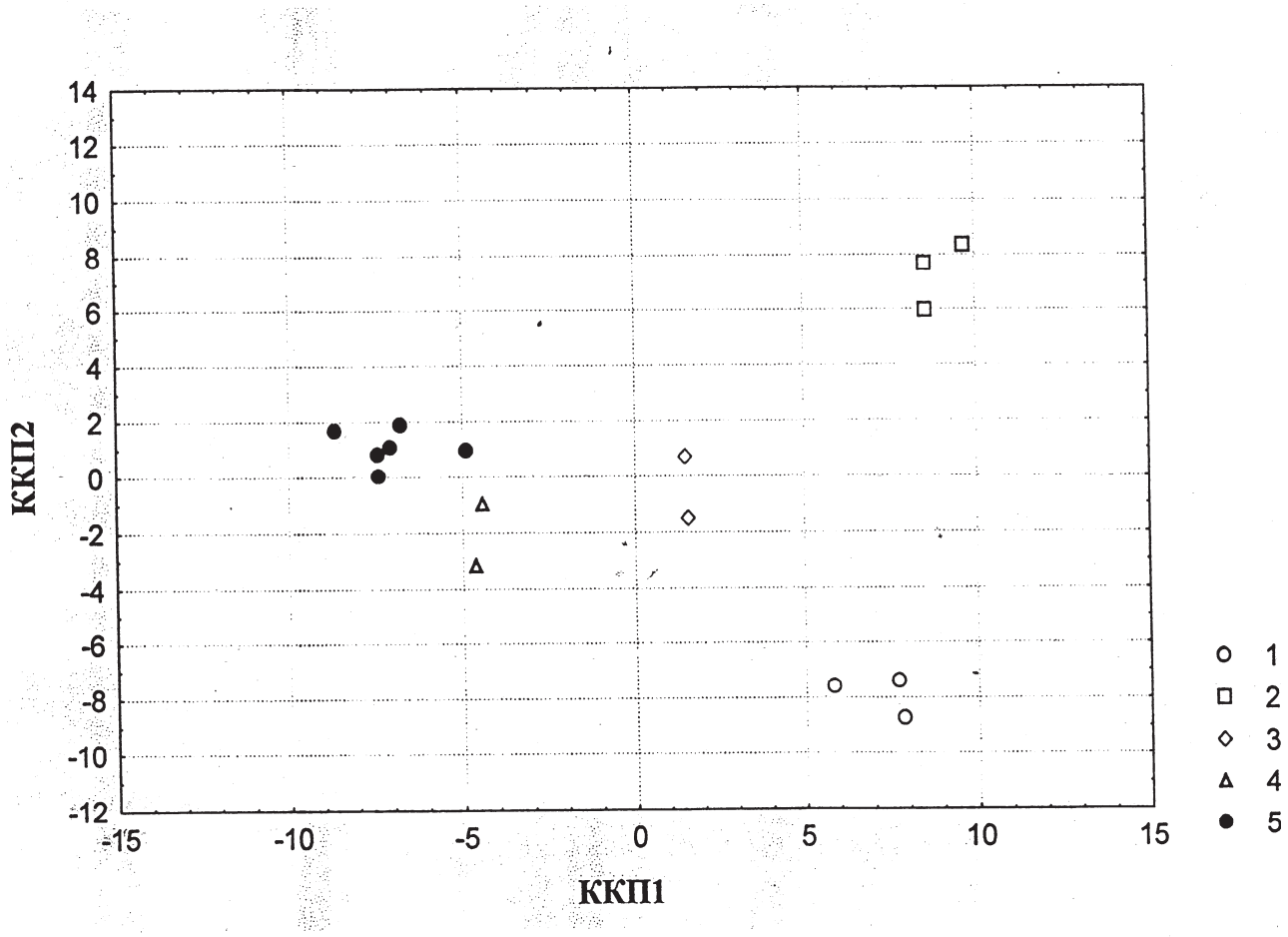


Рис. 3. Двухмерное распределение значений корней канонических переменных (ККП), полученных при дискриминантном анализе пяти популяций тихоокеанской сельди *Clupea pallasii* и использовании аллозимных локусов и биологических признаков

Fig. 3. The two-dimensional distribution of the values of the roots of canonical variables (RCV) obtained by performing the discriminant analysis of five populations of Pacific herring *Clupea pallasii* and using allozyme loci and biological characteristics

Заключение

При анализе зараженности тихоокеанской сельди личинками *A. simplex* в присахалинских водах было выявлено, что показатели экстенсивности инвазии, интенсивности инвазии и индекса обилия в разных районах различаются, что объясняется приуроченностью рыб к раз-

ным популяциям и к определенным акваториям. Особенности режима присахалинских вод обуславливают своеобразие сезонной динамики инвазии сельди. Личинки *A. simplex* могут использоваться как паразиты-индикаторы популяций тихоокеанской сельди, эксплуатируемых промыслом.

Список литературы

1. Oshima T. Anisakis and anisakias in Japan and adjacent area // Progr. Med. Parasitol. Jap. 1972. Vol. 4. P. 301–393.
2. Курочкин Ю.В. Паразитологические исследования Тихоокеанского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии // Изв. ТИНРО. 1974. Т. 88. С. 5–14.
3. Соловьева Г.Ф. Нематоды промысловых рыб северо-западной части Тихого океана // Изв. ТИНРО. 1994. Т. 117. С. 65–73.
4. Вялова Г.П. Паразитозы кеты *(O. keta)* и горбуши *(O. gorbuscha)* Сахалина. Южно-Сахалинск: СахНИРО, 2003. 192 с.
5. Гаевская А.В. Анизакидные нематоды и заболевания, вызываемые ими у животных и человека. Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2005. 223 с.
6. Буторина Т.Е. Ихтиопатология. Определитель распространенных паразитов рыб дальневосточных морей. Владивосток: Дальрыбвтуз, 2006. 27 с.
7. Рыбникова И.Г., Пушникова, Г.М., Швецова Л.С. О зараженности тихоокеанской сельди личинками нематод // Науч. тр. Дальрыбвтуза. 2009. Вып. 21, ч. 1. С. 64–68.
8. Рыбникова И.Г., Пушникова Г.М. Сезонная изменчивость зараженности тихоокеанской сельди личинками нематод в присахалинских водах // Науч. тр. Дальрыбвтуза. 2010. Ч. 1. С. 82–86.
9. Пушникова Г.М., Рыбникова И.Г. О зараженности тихоокеанской сельди заливов северо-восточного Сахалина личинками нематод // Науч. тр. Дальрыбвтуза. 2012. Т. 25. С. 19–22.
10. Асеева А.Н., Мотора З.И., Лобода С.В. Паразитофауна тихоокеанской сельди северной части Охотского моря // Вопр. рыболовства. 2013. Т. 14, №1(53). С. 130–136.
11. Коновалов С.М. Дифференциация локальных стад нерки. Л.: Наука, 1971. 229 с.
12. Konishi K., Sakurai Y. Geographical variations in infection by larval Anisakis simplex and Contracaecum osculatum (Nematoda, Anisakidae) in walleye pollock Theragra chalcogramma stocks off Hokkaido, Japan // Fish. Sci. 2002. Vol. 68. P. 534–542.
13. Moser M., Hsieh J. Biological tags for stock separation in Pacific herring, *Clupea harengus pallasi* in California // J. Parasitol. 1992. Vol. 78, No 1. P. 54–60.
14. Bower S. M., Margolis L. Potential use of helminth parasites in stock identification of flying squid, *Ommastrephes bartrami*, in North Pacific waters // Can. J. Zool. 1991. Vol. 69, No 9. P. 1124–1126.
15. Соловьева Г.Ф. Нематоды некоторых промысловых рыб Японского моря // Паразитологические исследования в Сибири и на Дальнем Востоке: материалы межрегион. науч.-техн. конф. Новосибирск, 2002. С. 170–176.
16. Рыбникова И.Г., Пушникова Г.М. О зараженности тихоокеанской сельди *Clupea pallasii* (Clupeiformes, Clupeidae) личинками *Anisakis simplex* (Rudolphy, 1809) (Nematoda: Ascaridata) // Биол. моря. 2015. Т. 41, № 2. С. 116–121.
17. Рыбникова И.Г., Пушникова Г.М., Беседнов Л.Н. Взаимодействие сахалино-хоккайдской сельди с другими популяциями этого вида // Биол. моря. 1998. Т. 24, №. 4. С. 218–227.

18. Kartavtsev Y.F., Rybnikova I.G. Genetic and morphobyological study of Pacific herring (Clupea pallasii) populations from the Seas of Japan and Okhotsk // Genetics. 1999. Vol. 35, No 8. P. 937–946.

19. Лапинский А.Г., Смирнов А.А., Горбачев В.В., Соловенчук Л.Л. Генетическая дифференциация североохотоморской группировки тихоокеанской сельди *Clupea pallasii Valenciennes, 1847* (Clupeidae: Clupeiformes) по данным RAPD // Вопр. рыболовства. 2008. Т. 9, №1(33). С. 128–137.

20. Горбачев В.В., Соловенчук Л.Л., Черноиванова Л.А. Внутривидовая структура тихоокеанской сельди *Clupea pallasii Valenciennes, 1847* (Clupeidae: Clupeiformes) Японского и южной части Охотского морей по данным об изменчивости контрольного региона митохондриальной ДНК // Биол. моря. 2011. Т. 37, № 6. С. 472–476.

21. Картавцев Ю.Ф., Рыбникова И.Г., Пушникова Г.М. Многомерный морфометрический анализ тихоокеанской сельди *Clupea pallasi* Сахалина (Clupeiformes, Clupeidae): исследование дифференциации популяций // Биол. моря. 2008. Т. 34, № 5. С. 336–345.

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

Матросова Инга Владимировна, кандидат биологических наук, доцент, зав. кафедрой, e-mail: ingavladm@mail.ru.

ПРОМЫШЛЕННОЕ РЫБОЛОВСТВО. АКУСТИКА

УДК 639.2.081.1

П.А. Бородин, Д.А. Пилипчук
Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,
690087, г. Владивосток, ул. Луговая, 52б

НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ СРАВНИТЕЛЬНОЙ ЭКСПЕРТИЗЫ ОБРАЗЦОВ РЫБОЛОВНЫХ НИТОК

Проводится исследование прочности синтетических рыболовных ниток в сухом и мокром состояниях с узлом и без узла.

Ключевые слова: *нитка, разрывная нагрузка, удлинение, морские узлы.*

P.A. Borodin, D.A. Pilipchuk

SOME ASPECTS OF COMPARATIVE EXAMINATION OF FISHING THREAD PATTERNS

In this paper, we study the strength of synthetic fishing threads in dry and wet condition with and without a knot.

Key words: *thread, breaking load, elongation, sea knots.*

Прочность ниток – величина справочная, мы решили посвятить этой теме наше исследование, потому что предприятия-производители веревочно-канатных изделий, придерживаясь в своей работе требований стандартов, постоянно стараются совершенствовать технологию изготовления своей продукции ввиду постоянной конкуренции. Поэтому реальные показатели свойств ниток, веревок, канатов и пр. могут быть выше заявленных в каталогах, а сравнение характеристик образцов разных производителей на одной разрывной машине в идентичных условиях, по нашему мнению, представляет реальный интерес.

В практике рыболовства, особенно в местах, удаленных от районов концентрации производственных мощностей сетевязальных фабрик, часто можно встретить сетеснастные материалы зарубежных производителей. Эти изделия конкурентны по цене с отечественными образцами, а исследование их свойств представляет отдельный интерес. Для проведения экспертизы были предоставлены две катушки ниток разной толщины неизвестного нам производителя (рис. 1). Для сравнительной экспертизы мы взяли еще две катушки ниток отечественного производства, наиболее приближенных по диаметру: нитка полиамидная 187 текс х 6 и 187 текс х 9 (рис. 2).

При проведении экспертизы нами были определены следующие характеристики образцов: окончательная и предварительная крутка, коэффициент укрута, результирующая линейная плотность, структура нитки, линейная плотность первичной нити и диаметр.

Эксплуатационные характеристики орудий промышленного рыболовства во многом зависят от физико-механических свойств веревочно-канатных изделий, из которых они изготовлены. Орудия лова работают в водной среде, поэтому важно знать, как меняются свойства рыболовных волокнистых материалов в состоянии, соответствующем их нахождению в процессе эксплуатации. Наиболее значимым критерием является прочность изделия на разрыв, поэтому наше исследование сконцентрировалось на определении прочности образцов ниток в сухом и мокром состояниях (рис. 3) [2, 3].

Рис. 1. Образец 1 и образец 2
(нитки неизвестного производителя)
Fig. 1. Sample 1 and Sample 2
(threads unknown manufacturer)

Рис. 2. Нитки полиамидные
187 текс х 6 и 187 текс х 9
Fig. 2. Polyamide threads
187 текс х 6 и 187 текс х 9

Проведенные испытания свидетельствуют, образцы под номером 1 и 2 в мокром состоянии незначительно увеличивают прочность на разрыв, в то время как полиамидные нитки теряют прочность в мокром состоянии.

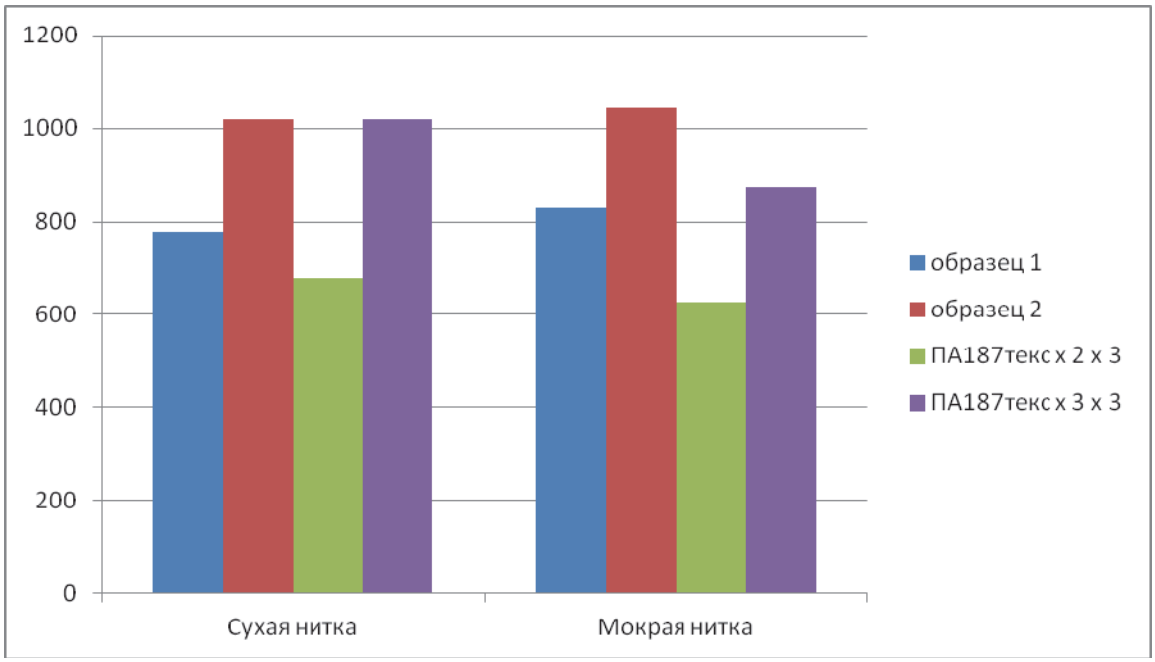


Рис. 3. Сравнение прочности образцов ниток в сухом и мокром состояниях
Fig. 3. Comparison of strength samples of threads in the dry and wet

Подавляющее большинство сетематериалов изготовлены с образованием узла, а узел по определению является местом концентрации напряжений. Соответственно если на нитевидном изделии будет завязан узел, то порыв возникнет у узла. Мы провели исследование прочности образцов с узлом и сравнили показатели с прочностью образцов без узла (рис. 4, 5).

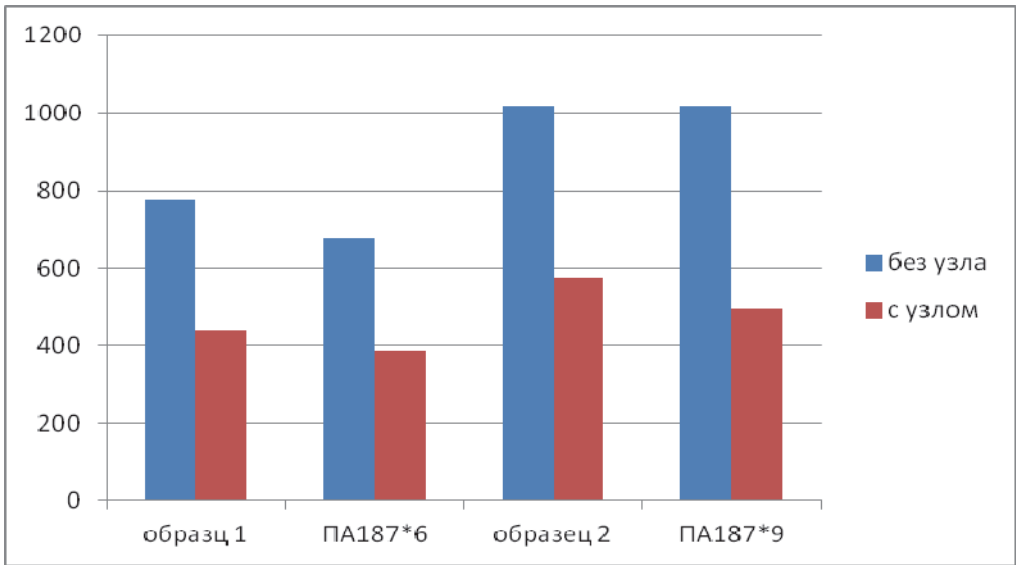


Рис. 4. Сравнение прочности образцов без узла и с узлом «восьмерка»
Fig. 4. Comparison of strength of samples without a knot and with a «eight» knot

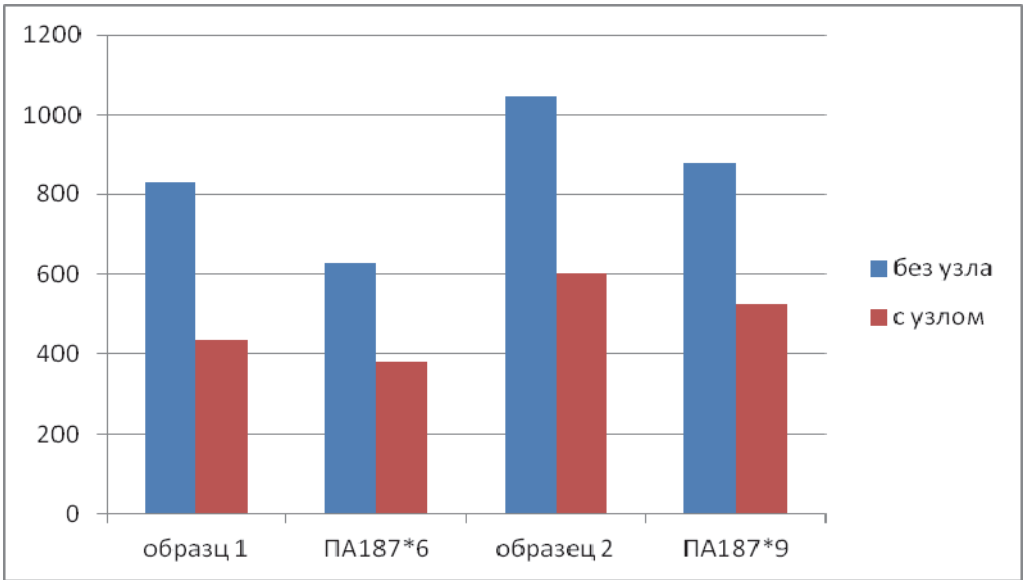


Рис. 5. Сравнение прочности образцов без узла и с узлом «восьмерка» в мокром состоянии
Fig. 5. Comparison of strength of samples without knot and with the «eight» knot in the wet state

Как видно из графиков, наличие узла на нитке значительно снижает её прочность (таблица) [3, 4].

Значения прочности образцов без узлов и с узлами в сухом и мокром состояниях
The strength values of the samples without knots and with nodes in the dry and wet state

Наименование материала	Сухой материал			Мокрый материал		
	Прочность, Н	Прочность с узлом, Н	Остаток прочности, %	Прочность, Н	Прочность с узлом, Н	Остаток прочности, %
Образец 1	778	457	59	830	486	59
ПА187 х 6	677	386	57	626	349	56
Образец 2	1018	576	57	1046	623	60
ПА187 х 9	1019	497	49	876	516	59

Выводы

От технических свойств рыболовных волокнистых материалов зависит качество изготовленного из них орудия рыболовства, что в свою очередь влияет на экономический результат рыболовства как коммерческого предприятия.

Определение прочности на разрыв является наиболее показательной характеристикой нитевидного материала. Нами были проведены экспериментальные исследования прочности рыболовных ниток, широко используемых в рыболовстве.

Кроме очевидного негативного влияния наличия узлов на материале на его прочность, необходимо отметить положительное влияние предварительного намокания нитки в морской воде на прочность исследованных образцов 1 и 2.

На основании вышеизложенного можно сделать вывод, что материал (образцы 1 и 2) имеет характеристики выше, чем полиамид. Это касается как прочности изделия в сухом и мокром состоянии, так и прочности изделия с узлом.

Список литературы

1. Государственный стандарт Союза ССР «Изделия крученые и плетеные». Методы испытаний (с изменениями № 1, 2). ГОСТ 25552-82. М.: ИПК «Изд-во стандартов», 1997. 27 с.

2. Перепелкин К.Е. Современные химические волокна и перспективы их применения в текстильной промышленности. М., 2002. 204 с.

3. Татаренко В.И., Ромейко В.Л., Ляпина О.П. Безопасность труда в техносфере: учеб. пособие / под ред. В.Л. Ромейко. Новосибирск: СГГА, 2012. 469 с.

4. Цветков Л.А. Искусственные и синтетические волокна: пособие для учащихся. М.: Просвещение, 1975.

Сведения об авторах: Павел Андреевич Бородин, кандидат технических наук, доцент, e-mail: pavel_borodin@mail.ru;

Дмитрий Анатольевич Пилипчук, старший преподаватель, e-mail: pilipchukda@mail.ru.

УДК 639.2.081 + 639.2.081.9 (571.6)

К.А. Грибова, С.В. Лисиенко
Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,
690087, г. Владивосток, ул. Луговая, 52б

АНАЛИЗ СТРУКТУРЫ РАБОТЫ ДОБЫВАЮЩЕГО ФЛОТА ПО ОСВОЕНИЮ РЕСУРСНОГО ПОТЕНЦИАЛА В МНОГОВИДОВОЙ ПРОМЫСЛОВОЙ СИСТЕМЕ «ВОСТОЧНО-КАМЧАТСКАЯ ЗОНА ДАЛЬНЕВОСТОЧНОГО РЫБОХОЗЯЙСТВЕННОГО БАССЕЙНА» В ПЕРИОД 2017–2018 гг.[1]

Приведены результаты анализа работы промыслового флота в Восточно-Камчатской зоне с входящими в нее подзонами в период 2017–2018 гг. Выявлены типы судов, способствующие наибольшему освоению ресурсного потенциала промысловой зоны.

Ключевые слова: *структура работы флота, ресурсный потенциал, многовидовая промысловая система, типовой состав судов, количественный состав судов, объемы вылова.*

K.A. Gribova, S.V. Lisienko

ANALYSIS OF WORK FISHING FLEET FOR THE DEVELOPMENT OF RESOURCE POTENTIAL IN THE MULTIPLE PRODUCTION SYSTEM «EASTERN KAMCHATKA AREA FAR FISHERY BASIN» IN THE PERIOD 2017–2018

The article presents the results of the analysis of the work of the fishing fleet in the East-Kamchatka zone, with its subzones, in the period 2017-2018. The types of vessels that contribute to the greatest development of the resource potential of the fishing zone are identified.

Key words: *fleet operation structure, resource potential, multi-species fishing system, typical composition of vessels, quantitative composition of vessels, catch volumes.*

Процесс успешной реализации стратегических задач по развитию отечественного рыболовства должен базироваться, в первую очередь, на совершенствовании организации ведения добычи водных биологических ресурсов, направленной на повышение эффективности освоения ресурсного потенциала исключительной экономической зоны РФ. Решение данной проблемы, безусловно, лежит в плоскости развития общей теории промышленного рыболовства, направленной на исследование особенностей и методов организации, регулирования, контроля и планирования ведения промысла [3, 4, 5, 6].

Анализ структуры работы добывающего флота по освоению ресурсного потенциала в многовидовой промысловой системе «Восточно-Камчатская зона Дальневосточного рыбохозяйственного бассейна» в период 2017–2018 гг. включает в себя исследование типового состава добывающих судов, количество промысловых единиц, состав объектов промысла, общие объемы вылова водных биологических ресурсов (далее ВБР) [4, 5].

На промысле водных биологических ресурсов в Восточно-Камчатской зоне с входящими в нее подзонами в период 2017–2018 гг. промысловую деятельность вели 18 типов судов, а именно, крупнотоннажные суда типа БМРТ, РТМС, РТМ, РМС, РКТС, среднетоннажные суда типа СРТМ, СРТР, СТР, СЯМ, малотоннажные суда типа МКРТМ, МРТР, РС, МДС, МДС не, ММДС, ММРС, ММРСТ, ММРТР [1, 7].

Изменение типового и количественного состава судов в Карагинской и Петропавловско-Командорской подзонах в период 2017–2018 гг. представлено в таблице [7].

[1] Часть результатов работы выполнялись по НИР № 736/2019 по заданию ФГБОУ ВО «Дальрыбвтуз»

Типовой и количественный состав судов в Карагинской и Петропавловско-Командорской подзонах в период 2017–2018 гг.

Typical and quantitative composition of vessels in the Karaginskaya and Petropavlovsk-Komandorskaya subzones in the period 2017-2018

№ п/п	Тип судна	Количество добывающих судов в Карагинской подзоне, ед.		Количество добывающих судов в Петропавловско-Командорской подзоне, ед.	
		2017	2018	2017	2018
1	БМРТ	17	18	22	22
2	МДС	1	1	1	1
3	МДС не	–	–	–	1
4	МКРТМ	–	–	2	2
5	ММДС	2	1	–	–
6	ММРС	5	7	–	–
7	ММРСТ	1	-	–	–
8	ММРТР	–	1	3	2
9	МРТР	–	–	1	1
10	РКТС	–	1	–	–
11	РМС	1	1	–	–
12	РС	8	11	18	16
13	РТМ	1	3	3	2
14	РТМС	–	1	2	–
15	СРТМ	31	33	43	37
16	СРТР	1	–	–	–
17	СТР	26	18	17	15
18	СЯМ	20	20	10	13
Итого		114	116	122	112

Из данных таблицы видно, что существенных изменений в типовом и количественном составе судов в Карагинской и Петропавловско-Командорской подзонах в период 2017–2018 гг. не произошло. В Карагинской подзоне в 2017 г. было задействовано 12 типов судов, количество которых составило 114 ед., в 2018 г. – 13 типов судов в количестве 116 ед. В Петропавловско-Командорской подзоне было задействовано 11 типов судов в 2017 г. и в 2018 г., количество судов составило 122 ед. и 112 ед. соответственно. Наибольшее количество судов, привлеченных к промыслу водных биологических ресурсов в Карагинской и Петропавловско-Командорской подзонах в период 2017–2018 гг., относится к судам типа БМРТ, РС, СРТМ, СТР, СЯМ.

В ходе проведения исследования по освоению ресурсного потенциала добывающим флотом в Восточно-Камчатской зоне в период 2017–2018 гг. установлена тенденция снижения объемов вылова водных биологических ресурсов. Так, в Карагинской подзоне в 2017 г. добыто 71 441 т ВБР, в 2018 г. объемы вылова ВБР снизились до 66 768 т. В Петропавловско-Командорской подзоне объемы вылова ВБР в 2017 г. составили 67 855 т, а в 2018 г. снизились до 39 013 т [2].

Структура работы флота в Карагинской и Петропавловско-Командорской подзонах в период 2017–2018 гг. представлена на рис. 1 и 2.

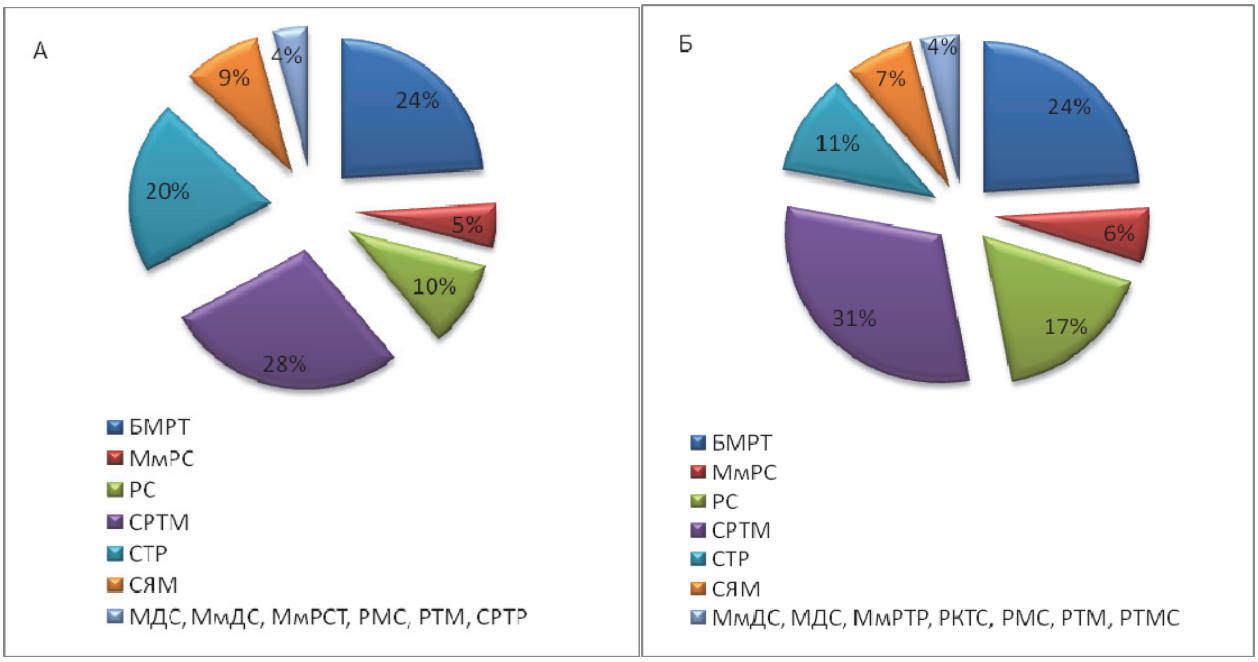


Рис. 1. Удельный вес вылова ВБР типовым составом судов, приведенный к общему вылову по Карагинской подзоне в 2017 г. (А), в 2018 г. (Б)
Fig. 1. The proportion of catch of FBG by the typical composition of vessels given to the total catch in the Karaginsky subzone in 2017 (А), in 2018 (Б)

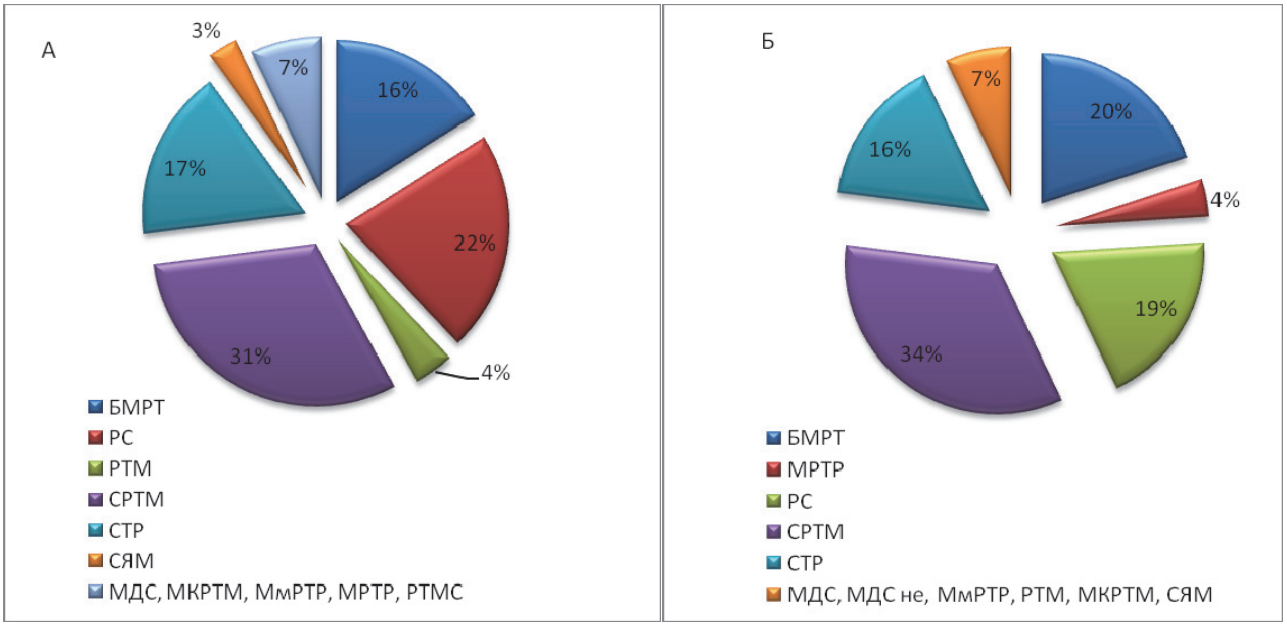


Рис. 2. Удельный вес вылова ВБР типовым составом судов, приведенный к общему вылову по Петропавловско-Командорской подзоне в 2017 г. (А), в 2018 г. (Б)
Fig. 2. The share of catch of FBG by the typical composition of vessels resulted in the total catch in the Petropavlovsk-Commander subzone in 2017 (А), in 2018 (Б)

Из данных рис. 1 и 2 видно, что освоение ресурсного потенциала в Карагинской и Петропавловско-Командорской подзонах в период 2017–2018 гг. происходило за счет промысловой деятельности судов типа БМРТ, РС, СРТМ, СТР. В Карагинской подзоне в 2017 г. удельный вес вылова ВБР судами типа СРТМ составил 28 %, БМРТ – 24, СТР – 20, РС – 10 %,

на остальные типы судов, такие как МДС, ММДС, ММРС, ММРСТ, РМС, РТМ, СРТМ, СЯМ, приходится 18 %. В Петропавловско-Командорской подзоне в 2017 г. удельный вес вылова ВБР судами типа СРТМ составил 31 %, РС – 22, СТР – 17, БМРТ – 16 %, на остальные типы судов, такие как МДС, МКРТМ, ММРТР, МРТР, РТМ, РТМС, СЯМ, приходится 14 %. В 2018 г. удельный вес вылова ВБР в Карагинской подзоне судами типа СРТМ составил 31 %, БМРТ – 24, РС – 17, СТР – 11 %, оставшиеся 17 % приходятся на суда типа МДС, ММДС, ММРС, ММРТР, РКТС, РМС, РТМ, РТМС, СЯМ. Также в 2018 г. в Петропавловско-Командорской подзоне удельный вес вылова ВБР судами типа СРТМ составил 34 %, БМРТ – 20, РС – 19, СТР – 16 %, оставшиеся 11 % приходятся на суда типа МДС, МДС не, МКРТМ, ММРТР, МРТР, РТМ, СЯМ.

Далее описаны результаты структуры работы добывающего флота в Карагинской и Петропавловско-Командорской подзонах в период 2017–2018 гг. на примере судов типа СРТМ, БМРТ, РС, СТР, так как освоение ресурсного потенциала в исследуемых подзонах в среднем на 83 % происходит за счет данных типов судов.

Наиболее высокие объемы вылова в Карагинской и Петропавловско-Командорской подзонах в период 2017–2018 гг. достигнуты судами типа СРТМ. Данный тип судов успешно вел промысловую деятельность в течение всего исследуемого периода в обеих подзонах в отношении 18 видов ВБР. Общий объем вылова ВБР в Карагинской подзоне составил 20 022 т в 2017 г., а в 2018 г. достиг 20 908 т. В Петропавловско-Командорской подзоне общий объем вылова ВБР в 2017 г. находился на уровне 21 446 т, но в 2018 г. объемы вылова сократились до 13 335 т.

Основными объектами промысла судов типа СРТМ в Карагинской подзоне в исследуемый период являются: кальмар командорский, минтай, сельдь тихоокеанская, треска. Объемы вылова объектов в Карагинской подзоне имеют следующие значения в 2017 г.: кальмар командорский – 4 881 т, минтай – 1 180 т, сельдь тихоокеанская – 9 198 т, треска – 3 035 т, прочие объекты (бычки, камбалы дальневосточные, краб-стригун бэрди, краб-стригун опилио, макрурус, окунь морской, палтус белокорый, палтус черный, скаты, терпуги, угольная рыба, шипощек) – 1 744 т; в 2018 г.: кальмар командорский – 5 993 т, минтай – 1 015 т, сельдь тихоокеанская – 9 305 т, треска – 2 368 т, прочие объекты (бычки, камбалы дальневосточные, краб-стригун бэрди, краб-стригун опилио, навага, макрурус, окунь морской, палтус белокорый, палтус стрелозубый, палтус черный, скаты, терпуги, угольная рыба, шипощек) – 2 228 т.

В Петропавловско-Командорской подзоне основными объектами промысла судов типа СРТМ в исследуемый период являются: кальмар командорский, минтай, треска, терпуг. Объемы вылова объектов в Петропавловско-Командорской подзоне в 2017 г. имеют следующие значения: кальмар командорский – 4 203 т, минтай – 12 829 т, треска – 1 219 т, терпуг – 2 317 т, прочие объекты (бычки, камбалы дальневосточные, краб-стригун бэрди, окунь морской, палтус белокорый, палтус черный, скаты, шипощек) – 877 т; в 2018 г.: минтай – 8 933 т, терпуги – 1 678 т, треска – 1 279 т, прочие объекты (бычки, камбалы дальневосточные, краб-стригун бэрди, макрурусы, окунь морской, палтус белокорый, палтус черный, скаты, угольная рыба, шипощек) – 1 444 т.

В Карагинской и Петропавловско-Командорской подзонах в период 2017–2018 гг. промысловую деятельность вели суда типа БМРТ в отношении 11 видов ВБР. Общий объем вылова ВБР в Карагинской подзоне в 2017 г. составил 16 955 т, а в 2018 г. объемы вылова снизились до 15 756 т. В Петропавловско-Командорской подзоне в исследуемый период объемы вылова составили 10 860 т и 7 611 т в 2017 г. и в 2018 г. соответственно.

Основными объектами промысла судов типа БМРТ являются в Карагинской подзоне минтай и сельдь тихоокеанская. Объемы вылова объектов в Карагинской подзоне в 2017 г. имеют следующие значения: минтай – 1 414 т, сельдь тихоокеанская – 14 678 т, прочие объекты (бычки, кальмар командорский, треска) – 859 т; в 2018 г.: кальмар командорский –

1 623 т, минтай – 1 737 т, сельдь тихоокеанская – 12 171 т, прочие объекты (бычки, макрурусы, палтус черный, треска, угольная рыба) – 223 т.

В Петропавловско-Командорской подзоне основным объектом добычи судов типа БМРТ является минтай, кальмар командорский. Объемы вылова объектов в Петропавловско-Командорской подзоне в 2017 г. имеют следующие значения: кальмар командорский – 4 393 т, минтай – 6 330 т, прочие объекты (макрурусы, бычки, камбалы дальневосточные, палтус черный, скаты, терпуги, треска) – 137 т; в 2018 г.: минтай – 7 439 т, прочие объекты (бычки, кальмар командорский, макрурусы, палтус черный, треска) – 171 т.

Эффективная работа в Карагинской и Петропавловско-Командорской подзонах в период 2017–2018 гг. отмечалась на судах типа РС. Данные суда вели промысловую деятельность в отношении 14 видов ВБР. Общие объемы вылова в Карагинской подзоне составили 7 230 т и 11 327 т в 2017 г. и в 2018 г. соответственно. В Петропавловско-Командорской подзоне объемы вылова составили в 2017 г. 14 865 т, а в 2018 г. – 7 555 т.

В Карагинской подзоне основными объектами промысла судов типа РС являются камбалы дальневосточные, навага, треска. Объемы вылова объектов в Карагинской подзоне имеют следующие значения в 2017 г.: камбалы дальневосточные – 1 060 т, навага – 3 784 т, треска – 1 132 т, прочие объекты (бычки, корюшка азиатская зубастая, минтай, палтус белокорый, сельдь, сельдь тихоокеанская, скаты, терпуги) – 1 254 т, в 2018 г.: камбалы дальневосточные – 1 319 т, навага – 7 138 т, сельдь тихоокеанская – 1 581 т, прочие объекты (бычки, корюшка азиатская зубастая, минтай, палтус белокорый, палтус стрелозубый, палтус черный, скаты, треска) – 1 288 т.

Основным объектом добычи судов типа РС в Петропавловско-Командорской подзоне является минтай. Объемы вылова объектов в Петропавловско-Командорской подзоне в 2017 г. следующие: камбалы дальневосточные – 1 867 т, минтай – 10 335 т, треска – 1 709 т, прочие объекты (бычки, терпуги, осьминог песчаный, палтус белокорый, палтус стрелозубый, скаты) – 954 т; в 2018 г: минтай – 5 782 т, прочие объекты (бычки, камбалы дальневосточные, навага, палтус белокорый, скаты, терпуги, треска) – 1 772 т.

Неплохие результаты по освоению ресурсного потенциала в Карагинской и Петропавловско-Командорской подзонах в период 2017–2018 гг. показали суда типа СТР. Данный тип судов успешно вел промысловую деятельность в течение всего исследуемого периода в обеих подзонах в отношении 20 видов ВБР. Общие объемы вылова в Карагинской подзоне составили 14 004 т и 7 648 т в 2017 г. и в 2018 г. соответственно. В Петропавловско-Командорской подзоне общие объемы вылова составили 11 346 т и 6 349 т в 2017 г. и в 2018 г. соответственно.

В Карагинской подзоне основными объектами промысла судов типа СТР являются навага, сельдь тихоокеанская, треска. Объемы вылова объектов в Карагинской подзоне в 2017 г. следующие: навага – 1 959 т, сельдь тихоокеанская – 7 198 т, треска – 2 409 т, прочие объекты (бычки, камбала дальневосточная, корюшка, краб-стригун бэрди, краб-стригун опилио, минтай, палтус белокорый, палтус стрелозубый, палтус черный, скаты) – 2 437 т, в 2018 г.: навага – 2 241 т, сельдь тихоокеанская – 1 194 т, треска – 2 121 т, прочие объекты (бычки, камбала дальневосточная, корюшка, краб-стригун бэрди, краб-стригун опилио, минтай, палтус белокорый, палтус стрелозубый, скаты) – 2 092 т.

Основным объектом добычи судов типа СТР в Петропавловско-Командорской подзоне является минтай. Объемы вылова объектов в Петропавловско-Командорской подзоне в 2017 г. следующие: камбала дальневосточная – 1 227 т, минтай – 7 650 т, треска – 1 642 т, прочие объекты (бычки, камбала, корюшка азиатская зубастая, ленок, навага, окунь морской, палтус белокорый, палтус стрелозубый, палтус черный, сельдь, скаты, терпуги) – 828 т; в 2018 г.: минтай – 4 858 т, прочие объекты (бычки, камбала дальневосточная, краб-стригун бэрди, навага, окунь морской, палтус белокорый, палтус стрелозубый, палтус синекорый, скаты, терпуги, треска) – 1 490 т.

Таким образом, по результатам проведенного анализа структуры работы добывающего флота по освоению ресурсного потенциала в многовидовой промысловой системе «Восточно-Камчатская зона Дальневосточного рыбохозяйственного бассейна» в период 2017–2018 гг. установлено, что промысловую деятельность вели 18 типов судов. Освоение ресурсного потенциала в исследуемых подзонах в период 2017–2018 гг. в среднем на 83 % приходится на суда типа СРТМ, БМРТ, РС, СТР.

Основными объектами промысла судов типа СРТМ, БМРТ, РС, СТР являются массовые объекты, имеющие стабильные запасы. Прочие объекты либо являются сопутствующими объектами при промысле массовых видов ВБР, либо малообъемными объектами, либо мало или совсем не востребованными на рынке рыбопродукции промысловыми объектами.

Проведенный анализ структуры работы добывающего флота по освоению ресурсного потенциала в многовидовой промысловой системе «Восточно-Камчатская зона Дальневосточного рыбохозяйственного бассейна» в период 2017–2018 гг. позволит приступить к разработке оптимальных схем расстановки промыслового флота с учетом специализации, перераспределения производственных мощностей по промысловым объектам, а также разработать оптимизационные организационно-управленческие модели организации ведения добычи недоосваиваемых и малоосваиваемых промысловых объектов [4, 5].

Список литературы

1. Белова К.А., Лисиенко С.В. Анализ освоения ресурсного потенциала многовидовой промысловой системы «Восточно-Камчатская промысловая зона Дальневосточного рыбохозяйственного бассейна» в период с 2013–2017 гг. // Комплексные исследования в рыбохозяйственной отрасли: материалы IV Междунар. очно-заоч. науч.-техн. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых. Владивосток: Дальрыбвтуз, 2018. С. 14–19.

2. Белова К.А., Лисиенко С.В. Исследование производственной деятельности добывающего флота по освоению ресурсного потенциала многовидовой промысловой системы «Восточно-Камчатская зона Дальневосточного рыбохозяйственного бассейна» в 2017 году // Инновационное развитие рыбной отрасли в контексте обеспечения продовольственной безопасности Российской Федерации: материалы II Нац. заоч. науч.-техн. конф. Владивосток: Дальрыбвтуз, 2018. С. 3–9.

3. Бочаров Л.Н. Актуальные проблемы научного обеспечения российского рыболовства // Изв. ТИНРО. 2012. Т. 168. С. 3–8.

4. Лисиенко С.В. Совершенствование организации ведения добычи водных биологических ресурсов с целью успешной реализации стратегического развития отечественного рыболовства // Рыб. хоз-во. 2013. № 3. С. 17–21.

5. Лисиенко С.В. Современный подход к решению проблемы повышения качества рыболовства на основе совершенствования организации ведения добычи водных биологических ресурсов (на примере Дальневосточного рыбохозяйственного бассейна) // Науч.-практ. вопр. регулирования рыболовства: материалы IV Междунар. науч.-практ. конф. Владивосток: Дальрыбвтуз, 2017. С. 77–81.

6. Мизюркин М.А., Лисиенко С.В., Гоголина Л.В. Рыбозаводы Приморья: организационные, управленческие, производственные проблемы в контексте современной теории и практики: монография. Владивосток: Дальрыбвтуз, 2001. 106 с.

7. Статистические данные Федерального агентства по рыболовству и Центра мониторинга и связи [Электронный ресурс]. 2019. Режим доступа: http://fish.gov.ru/

Сведения об авторах: Грибова Ксения Александровна, e-mail: belova_1394@mail.ru;

Лисиенко Светлана Владимировна, кандидат экономических наук, доцент, зав. кафедрой, e-mail: lisienkosv@mail.ru.

ТЕХНОЛОГИЯ И УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ

УДК 664.97

В.Д. Богданов, А.А. Симдянкин, А.В. Назаренко
Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,
690087, г. Владивосток, ул. Луговая, 52б

ИССЛЕДОВАНИЕ СКОРОСТИ ВЫМОРАЖИВАНИЯ ВОДЫ В ТКАНЯХ ПРОМЫСЛОВЫХ ГИДРОБИОНТОВ

В ходе исследования получены математические зависимости, описывающие скорость вымораживания воды во времени в тканях промысловых гидробионтов при их криообработке. Данные зависимости дают возможность рассчитать количество вымороженной воды и скорость ее вымораживания в определенный момент времени. Их использование позволяет определить необходимое время замораживания, в течение которого основное количество воды, содержащейся в исследуемых тканях промысловых гидробионтов, переходит из жидкого в твердое фазовое состояние.

***Ключевые слова**: молоки, кальмар, осьминог, трепанг, кривые замораживания, вымороженная вода, скорость вымораживания.*

V.D. Bogdanov, A.A. Simdiankin, A.V. Nazarenko

INVESTIGATION OF THE WATER FREEZING SPEED IN TISSUES OF FISHING HYDROBIONTS

.

In the course of the study, mathematical dependencies describing the rate of freezing of water over time in the tissues of commercial hydrobionts were obtained during their cryoprocessing. These dependences make it possible to calculate the amount of frozen water and the speed of its freezing at a certain point in time. Their use allows you to determine the required freezing time, during which the main amount of water contained in the studied tissues of commercial hydrobionts goes from liquid to solid phase state.

***Key words**: milt, squid, octopus, sea cucumber, freezing curves, frozen water, freezing rate.*

Скорость замораживания характеризуется интенсивностью отвода тепла и представляет собой линейную скорость перемещения границы, разделяющей замороженные и незамороженные слои продукта, в единицу времени.

Процесс замораживания принято характеризовать средней скоростью υ (см/ч), которая определяется отношением толщины замороженного слоя X к времени его образования τ, но при замораживании гидробионтов скорость не остается постоянной по времени, а уменьшается по мере промерзания продукта вследствие термического сопротивления увеличивающегося замороженного слоя.

При исследовании скорости замораживания можно выделить три подхода к определению данной величины: скорости изменения толщины замороженного слоя, скорости изменения температуры и скорости изменения количества вымороженной воды. В научной литературе основное внимание уделяется первому критерию [1, 2], имеются отдельные работы, относящиеся ко второму критерию [3], и отсутствуют работы по исследованию скорости замораживания по третьему показателю.

В связи с этим целью работы является получение математических зависимостей скорости вымораживания воды от времени как показателя, характеризующего скорость замораживания тканей промысловых гидробионтов.

Объекты и методы исследований

Объектом исследования являлись кожа осьминога гигантского (*Octopus dofleini*), мантия кальмара тихоокеанского (*Todarodes pacificus*), молоки сельди тихоокеанской (*Clupea pallasii*), трепанг дальневосточный (*Cucumaria japonica*). Для получения кожи щупальца осьминога натирали поваренной солью, охлаждали, выдерживали непродолжительное время и легко отделяли покровные ткани, которые использовали в дальнейших исследованиях. Применяемые в работе молоки извлекали из мороженой сельди тихоокеанской, соответствующей требованиям действующего ГОСТа, после ее размораживания. В качестве опытных образцов мантии кальмара использовали мороженую продукцию промышленной выработки после ее размораживания. Для исследования тканей трепанга использовалось охлажденное сырье со сроком хранения 12–15 ч при температуре около 0 °С.

Количество воды, содержащейся в исследуемых образцах, определяли стандартным методом по ГОСТ 7636-85 [4].

Сырье замораживалось воздушным способом в морозильной камере, оборудованной холодильной установкой AME-L-3x2EC2 на базе трех полугерметичных поршневых компрессоров 2EC-22-40C фирмы Bitzer. Температура подаваемого в камеру воздуха составляла –30 °С, скорость циркуляции – 3,5 м/с.

Определение криоскопических температур осуществлялось методом термического анализа, основанного на построении и изучении термограмм замораживания (кривых время–температура) исследуемых образцов [5]. Значение температуры изотермического участка термограммы соответствует численному выражению криоскопической температуры исследуемого объекта. Измерение температуры осуществлялось с помощью датчиков WT-1, WT-5 с диапазоном –70…300 °С с точностью измерения ±0,1 °С.

Количество вымороженной воды рассчитывали по формуле Д.Г. Рютова:

$$\omega = \left(1 - b\frac{1-W}{W}\right)\left(1 - \frac{t_{кр}}{t}\right), \qquad (1)$$

где W – общее содержание воды в продукте, кг/кг продукта; b – содержание связанной воды, кг/кг сухих веществ; $t_{кр}$ – криоскопическая температура продукта, °С; t – температура, при которой ведется расчет, °С. Для расчетов количество связанной воды в продуктах животного происхождения b = 0,27 кг/кг сухих веществ.

Доказано, что данная формула позволяет получить наиболее точный результат, так как определяемая доля вымороженной воды зависит не от одной характеристики продукта (криоскопической температуры), а от трех независимых факторов, определяемых экспериментально (криоскопической температуры, содержания свободной и связанной воды).

Для статистической обработки экспериментальных данных и построения графиков с выводом формул использовали стандартный пакет программ Microsoft Office 2007, Curve Expert 1.4 и Graph 4.4.2.

Результаты исследования и их обсуждение

Процесс вымораживания воды начинается в поверхностных слоях объектов криообработки и по мере отвода тепла приближается к термическому центру, т.е., по сути, скорость вымораживания воды идентична скорости замораживания в ее классическом представлении, как перемещения границы, разделяющей замороженные и незамороженные слои продукта, в единицу времени. Поэтому можно предположить, что скорость вымораживания воды в исследуемых образцах может быть использована для численного выражения скорости замораживания в условиях проводимого эксперимента.

Рассчитано количество вымороженной воды по формуле (1) в каждый момент времени. Необходимые для расчетов данные представлены в таблице.

Содержание воды и криоскопическая температура исследуемого сырья
Water content and cryoscopic temperature of the studied raw materials

Наименование сырья	Содержание воды, %	Криоскопическая температура, °С
Молоки сельди т/о	77,4	–0,4
Кальмар	74,6	–1,0
Шкура осьминога	75,5	–0,8
Трепанг	90,8	–1,4

Построим графики зависимости количества вымороженной воды от времени для исследуемых образцов (рис. 1). За начало замораживания примем время достижения криоскопической температуры (нулевое значение).

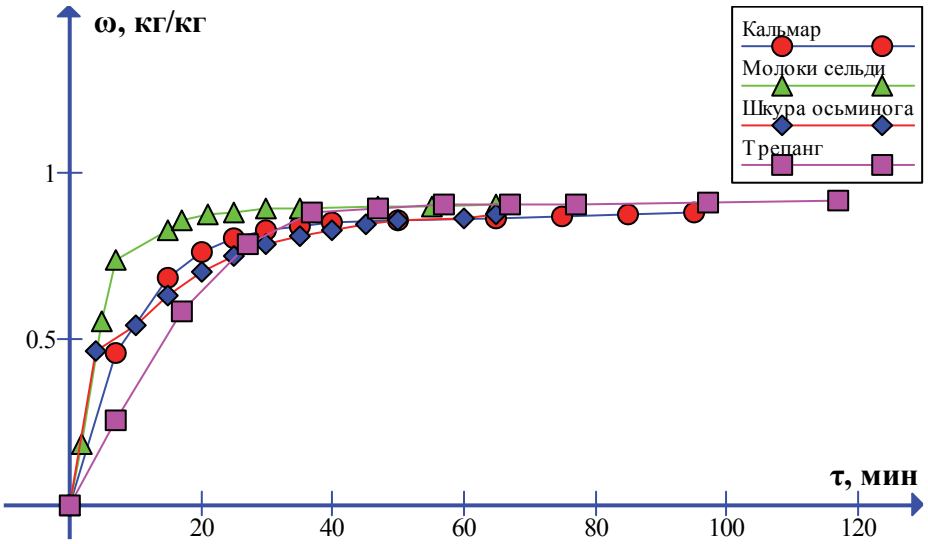


Рис. 1. Зависимость количества вымороженной воды от времени для исследуемых образцов
Fig. 1. Dependence of the amount of frozen water on time for the samples studied

Анализируя графики, можно сделать вывод, что наиболее быстрое вымораживание воды происходит у молок сельди в связи с тем, что у нее самая высокая криоскопическая температура, наиболее медленное вымораживание – у трепанга, это связанно с тем, что у него самая низкая криоскопическая температура.

Используя программу Curve Expert 1.4, определим математические зависимости количества вымороженной воды от времени для каждого вида сырья.

Для кальмара:

$$\omega_к = 0{,}02832 + 0{,}06749\tau - 0{,}00196\,\tau 2 + 0{,}0000238\,\tau 3 - 0{,}0000001\,\tau 4; \quad (2)$$

для молок сельди тихоокеанской:

$$\omega_м = 0{,}01391 + 0{,}11716\tau - 0{,}00533\,\tau 2 + 0{,}0000981\,\tau 3 - 0{,}0000006\,\tau 4; \quad (3)$$

для шкуры осьминога:

$$\omega_о = 0{,}017435 + 0{,}077291\,\tau - 0{,}00292\,\tau 2 + 0{,}00005066\,\tau 3 - 0{,}00000036\tau 4; \quad (4)$$

для трепанга дальневосточного:

$$\omega_{ку} = 0{,}017822 + 0{,}049731\tau - 0{,}00096\tau 2 + 0{,}0000079\tau 3 - 0{,}000000023\,\tau 4, \quad (5)$$

где $\omega_к$, $\omega_м$, $\omega_о$, $\omega_{ку}$ – количество вымороженной воды для тушки кальмара, молок сельди тихоокеанской, шкуры осьминога, трепанга соответственно, кг/кг; τ – время замораживания, мин.

Как известно, первая производная функции выражает скорость протекания процесса, описанного зависимостью $y = f(t)$. Таким образом, продифференцировав уравнения (2–5), получим уравнения скорости вымораживания воды в тканях исследуемых промысловых гидробионтов.

Для кальмара:

$\omega_t = 0{,}06746 - 0{,}00392\ \tau + 0{,}0000714\ \tau 2 - 0{,}0000004\ \tau 3$;

для молок сельди тихоокеанской:

$\omega_t = 0{,}11716 - 0{,}01066\ \tau + 0{,}000294\ \tau 2 - 0{,}0000024\ \tau 3$;

для шкуры осьминога:

$\omega_t = 0{,}077291 - 0{,}00584\ \tau + 0{,}0001519\ \tau 2 - 0{,}00000158\tau 3$;

для трепанга дальневосточного:

$\omega_t = 0{,}049731 - 0{,}00192\tau + 0{,}0000237\tau 2 - 0{,}000000092\ \tau 3$.

Используя полученные формулы, рассчитаем во времени скорость вымораживания воды в тканях гидробионтов и построим графики зависимостей (рис. 2).

Анализ представленных графиков (рис. 2) показывает, что наибольшая скорость вымораживания воды у молок сельди в начальный момент времени составляет 0,12 кг/кг·мин, наименьшая у трепанга дальневосточного – 0,05 кг/кг·мин. Скорость вымораживания снизилась до минимальных значений у молок сельди за 20 мин, в этот момент времени вымерожено 88,6 % воды. У шкуры осьминога необходимое время замораживания составило 28 мин, вымерожено 82,0 % воды. Для кальмара это время составляет 35 мин, количество вымороженной воды – 83,1 %. У трепанга эти показатели 35 мин и 86,7 %.

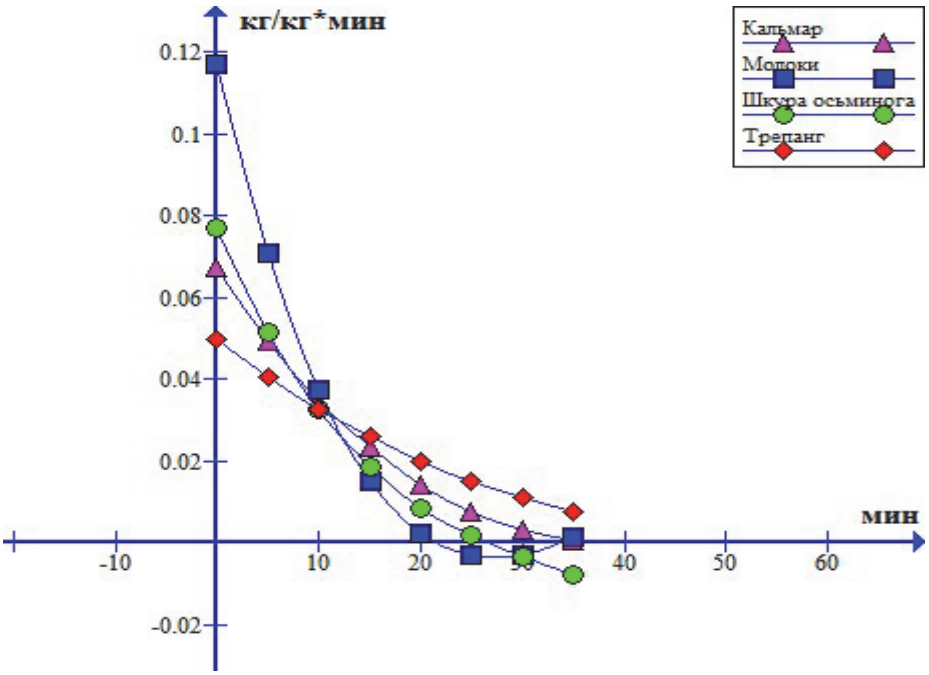


Рис. 2. Зависимость скорости вымораживания воды от времени для исследуемых образцов
Fig. 2. Dependence of the rate of frozen water on time for the samples studied

Таким образом, в ходе исследования получены математические зависимости, описывающие процесс вымораживания воды и скорость вымораживания воды во времени в исследуемых образцах при их низкотемпературной обработке. Данные зависимости позволяют определить количество вымороженной воды и скорость вымораживания воды в известный момент времени для исследованного сырья. Их применение позволяет обосновать необходимое время замораживания, в течение которого вымораживается основное количество воды и ско-

рость вымораживания приближается к нулевым значениям. Для молок сельди оно составляет 20 мин, шкуры осьминога – 28 мин, кальмара и трепанга – 35 мин. Полученные данные свидетельствуют, что в условиях эксперимента самая высокая скорость замораживания была у молок сельди, затем у шкуры осьминога и самая низкая – у кальмара и трепанга.

Список литературы

1. Алексанян А.И., Алексанян О.А. Особенности механизма замораживания и вымерзания влаги в мясе рыбы и рыбном фарше // Вопросы технических и физико-математических наук в свете современных исследований. 2018. С. 72–76.

2. Остроумов Л.А., Буянов О.Н., Короткий И.А. Исследование процесса замораживания плодов и ягод // Техника и технология пищевых производств. 2009. № 1. С. 32–36.

3. Богданов В.Д., Назаренко А.В., Симдянкин А.А. Криотехнология сухого пищевого концентрата из голотурий // Науч. тр. Дальрыбвтуза. 2018. № 46. С. 64–68.

4. ГОСТ 7636-85. Рыба, морские млекопитающие, морские беспозвоночные и продукты их переработки. Методы анализа. М., 2014.

5. Короткий И.А., Короткая Е.В. Криоскопические температуры сибирских ягод // Изв. вузов. Пищ. технология. 2008. № 1. С. 66–68.

Сведения об авторах: Богданов Валерий Дмитриевич, доктор технических наук, профессор, e-mail: bogdanovvd@dgtru.ru;

Симдянкин Андрей Андреевич, старший преподаватель, e-mail: And-sim@mail.ru;

Назаренко Антон Валерьевич, старший преподаватель, e-mail: NazAnton@yandex.ru.

УДК 35.078.3

Е.В. Глебова, А.Р. Горьянова
Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственной университет,
690087, г. Владивосток, ул. Луговая, 52б

РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ ИНТЕГРАЦИИ РИСК-МЕНЕДЖМЕНТА В ПРОЦЕСС ОБСЛУЖИВАНИЯ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ОБЩЕСТВЕННОГО ПИТАНИЯ

Рассмотрен процесс обслуживания на предприятиях общественного питания и управление рисками данного процесса. Предложена классификация действий по управлению рисками, включающая две категории: действия, проходящие параллельно исследуемому процессу, и действия, подлежащие интеграции в структуру исследуемого процесса. Определены риски процесса обслуживания, разработаны паспорта рисков, подобраны методы и инструменты управления рисками для последующей их интеграции в исследуемый процесс. С помощью графической нотации IDEF0 построена модель интеграции риск-менеджмента в процесс обслуживания на предприятиях общественного питания.

***Ключевые слова**: риск-менеджмент, качество обслуживания, управления рисками, общественное питание, интеграция.*

E.V. Glebova, A.R. Goryanova

DEVELOPMENT OF A METHODOLOGICAL APPROACH TO INTEGRATION OF RISK MANAGEMENT IN THE SERVICE PROCESS AT PUBLIC CATERING ENTERPRISES

This article describes the process of service in catering and risk management of this process. A classification of risk management actions is proposed, which includes two categories: actions that take place in parallel with the process being studied and actions that are to be integrated into the structure of the process being studied. The risks of the maintenance process were identified, risk passports were developed, methods and risk management tools were selected for their subsequent integration into the process under study. Using the IDEF0 graphic notation, a model for integrating risk management into the service process at catering establishments has been built.

***Key words:** risk management, quality of service, risk management, catering, integration.*

В настоящее время отрасль общественного питания является одной из самых динамично развивающихся в нашей стране. Высокая конкуренция на рынке общественного питания требует от предприятия постоянного поиска новых идей для развития, повышения качества предоставляемых товаров и услуг [1]. Проблема качества обслуживания является актуальной для всех предприятий общественного питания (далее ПОП), функционирующих в современной рыночной системе. В этих условиях перспективы развития ПОП определяются доминирующей ролью качества предоставляемых услуг, в частности качества обслуживания. Для ПОП, конкурентоспособность которого зависит от качества обслуживания, управление рисками обслуживания будет являться актуальным видом деятельности, так как качество обслуживания является субъективным понятием и в большей степени зависит от человеческого фактора [2]. Очевидно, что управление рисками в общественном питании является одним из ключевых факторов повышения качества обслуживания на предприятии.

На сегодняшний день менеджмент риска является хорошо известным и изученным инструментом для совершенствования любого вида деятельности. Управление рисками регламентировано рядом национальных нормативных документов: ГОСТ Р 31000-2010 «Менеджмент риска. Принципы и руководство»; ГОСТ Р 51705.1-2001 «Системы качества. Управление качеством пищевых продуктов на основе принципов ХАССП. Общие требования»; ГОСТ Р МЭК 62198-2015 «Проектный менеджмент. Руководство по применению менедж-

мента риска при проектировании»; ГОСТ Р ИСО/МЭК 31010-2011 «Менеджмент риска. Методы оценки риска» и т.д. [3, 4, 5, 6]. Использование того и/или иного нормативного документа определяется сферой деятельности предприятия, конкретным типом риска и обстоятельствами.

Однако на сегодняшний день существует большое количество отзывов о том, что идентификация рисков, их описание и разработка мероприятий по их минимизации не дают существенных результатов. Это объясняется тем, что риск-менеджмент оторван от реального процесса, на повышение качества которого он нацелен. Появившийся недавно термин «система менеджмента рисков» говорит о том, что деятельность по управлению рисками многими воспринимается как самостоятельная система, функционирующая отдельно от других систем и их составляющих. Данный вопрос обсуждается на различных площадках, форумах, среди специалистов в области управления рисками, качеством, бизнес-процессами предприятия и представителями предприятий. Существуют мнения по этому вопросу, которые сводятся к тому, что использование термина «система» в данном контексте не правомочно, так как риск-менеджмент должен быть структурным элементом самого процесса и осуществляться на постоянной основе. Опираясь на вышесказанное, становится очевидной актуальность решения вопросов, связанных с интеграцией риск-менеджмента в основные процессы деятельности организации.

Целью данной работы является разработка модели интеграции риск-менеджмента в процесс обслуживания на ПОП.

Для достижения поставленной цели были решены следующие задачи:

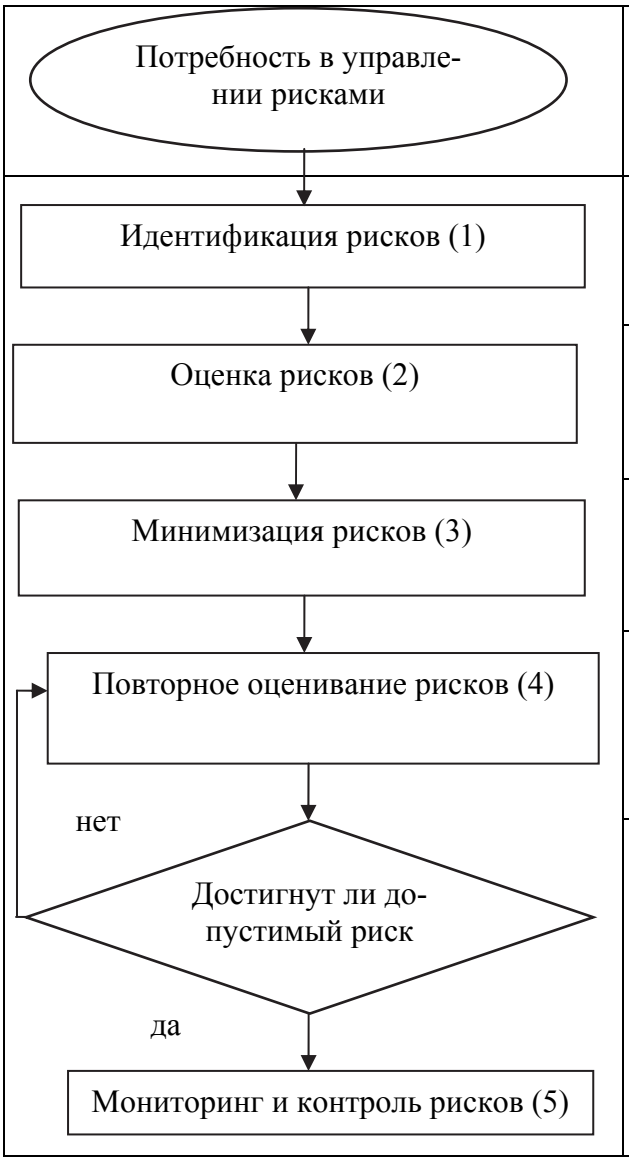
- проведен анализ принципов, структуры и общего руководства по риск-менеджменту;
- идентифицированы действия по риск-менеджменту, подлежащие интеграции в исследуемый процесс;
- проведен анализ процесса обслуживания на ПОП;
- идентифицированы места интеграции действий по риск-менеджменту в исследуемом процессе;
- разработана модель интеграции риск-менеджмента в процесс обслуживания на ПОП.

В соответствии с ГОСТ Р 31000-2010 «Менеджмент риска. Принципы и руководство» структура менеджмента риска представляет собой взаимосвязь элементов, обеспечивающих реализацию принципов и организационных мер, применяемых при проектировании, разработке, внедрении и мониторинге, анализе и постоянном улучшении менеджмента риска организации, под которым подразумеваются скоординированные действия по руководству и управлению организацией в области риска [3].

Анализ принципов, структуры и общего руководства по риск-менеджменту показал, что деятельность по управлению рисками можно разделить на пять основных этапов:

- идентификация;
- оценка;
- минимизация;
- повторное оценивание;
- мониторинг и контроль.

На основании изучения сущности и содержания действий, составляющих вышеуказанные этапы, был разработан алгоритм риск-менеджмента организации, который позволил визуализировать и получить наглядное представление о совокупности мероприятий, его составляющих. Для уточнения и конкретизации действий, составляющих каждый этап риск-менеджмента, было выполнено соотнесение этих этапов и действий по риск-менеджменту, рис. 1.



Номер этапа	Действия риск-менеджмента
1	– выявление всех рисков; – формулировка рисков; – разработка паспортов рисков; – классификация рисков
2	– выявление причин рисков; – оценка уровня рисков; – определение допустимого уровня
3	– выбор методов снижения рисков; – разработка мероприятий по минимизации; – описание мероприятий
4	– оценка уровня рисков; – определение допустимого уровня
5	– наблюдение; – мониторинг остаточных рисков; – выявление новых рисков; – оценка эффективности процесса управления рисками

Рис. 1. Алгоритм управления рисками
Fig. 1. Risk Management Algorithm

Для выполнения следующей задачи исследований был проведен анализ действий риск-менеджмента, представленных на рис. 1. Для идентификации действий, подлежащих интеграции в процесс обслуживания, была проведена классификация этих действий, классификационным признаком которой стало положение конкретного действия по отношению к процессу обслуживания на ПОП. В результате действия по управлению рисками были классифицированы на две категории (таблица):

- проходящие параллельно исследуемому процессу;
- подлежащие интеграции в структуру исследуемого процесса.

К первой группе относятся мероприятия, проходящие параллельно исследуемому процессу, т.е. действия, составляющие 1-, 2- и 4-й этапы алгоритма управления рисками (см. рис. 1), а именно:

- идентификация рисков (выявление всех рисков, формулировка рисков, разработка паспортов рисков, классификация рисков);

- оценка рисков (выявление причин рисков, оценка уровня рисков, определение допустимого уровня);
- повторное оценивание рисков (оценка уровня рисков, определение допустимого уровня).

Классификация действий по управлению рисками
Risk management action classification

Действия риск-менеджмента, проходящие параллельно исследуемому процессу	Действия риск-менеджмента, подлежащие интеграции в структуру исследуемого процесса
Выявление всех рисков Формулировка рисков Разработка паспортов рисков Классификация рисков Выявление причин рисков Оценка уровня рисков Определение допустимого уровня Оценка уровня рисков Определение допустимого уровня	Выбор методов снижения рисков Разработка мероприятий по минимизации Описание мероприятий Мониторинг остаточных рисков Выявление новых рисков Оценка эффективности процесса управления рисками

Во вторую группу вошли мероприятия, подлежащие интеграции в исследуемый процесс, т.е. действия, составляющие 3- и 5-й этапы алгоритма управления рисками (см. рис. 1), а именно:

- минимизация рисков;
- мониторинг рисков.

Под минимизацией рисков обслуживания следует понимать принятие мер по поддержанию риска обслуживания на уровне, не угрожающем интересам потребителей общественного питания: выбор методов снижения рисков, разработка и описание мероприятий по минимизации рисков. Под мониторингом рисков следует понимать систематические проверки, надзор, обследование и определение состояния, проводимые для идентификации изменений рисков: наблюдение за остаточными рисками, выявление новых рисков, оценка эффективности риск-менеджмента [7].

В соответствии с алгоритмом управления рисками (см. рис. 1) были выполнены действия риск-менеджмента, составляющие этапы 1, 2, в результате которых были идентифицированы и описаны риски процесса обслуживания на ПОП. Анализ требований к процессу обслуживания показал, что наиболее существенным фактором, обуславливающим возникновение рисков в процессе обслуживания, является обслуживающий персонал ПОП, вступающий в непосредственный контакт с потребителями ПОП. Это объясняется отсутствием четких требований к компетентности данной категории работников, большой текучестью кадров вследствие приема на работу студентов и других категорий молодежи, иностранных граждан и пенсионеров, не планирующих свой дальнейший карьерный рост в данной области.

В результате идентификации было выявлено три критических риска: «Некомпетентность персонала», «Несоблюдение санитарных требований», «Попадание в пищу посторонних предметов».

На каждый вид рисков были разработаны паспорта, представляющие собой документ сводного характера, содержащий всю информацию о риске. На рис. 2, 3, 4 представлены паспорта рисков: «Некомпетентность персонала», «Несоблюдение требований гигиеничности», «Попадание в пищу посторонних предметов» соответственно.

ПАСПОРТ РИСКА «НЕКОМПЕТЕНТНОСТЬ ПЕРСОНАЛА»		
Наименование процесса	Процесс обслуживание на ПОП	
Уровень риска	Критический	
Ответственный	Персонал ПОП	
Общая информация о риске		
Наименование риска	Риск «Некомпетентность персонала»	
Причины	Несоблюдение, незнание правил обслуживания	
Последствия	Снижение качества обслуживания. Потеря доверия у потребителей	
№	Мероприятия по снижению уровня риска	Ответственный
1	Контроль над соблюдением правил обслуживания	Администратор зала
2	Обучение персонала правилам обслуживания	Администратор зала
3	Проведение тренингов	Администратор зала
4	Проведение аттестаций	Администратор зала
5	Наставничество	Администратор зала

Рис. 2. Паспорт риска «Некомпетентность персонала»
Fig. 2. Passport of risk «Incompetence of Personnel»

ПАСПОРТ РИСКА «НЕСОБЛЮДЕНИЕ САНИТАРНЫХ ТРЕБОВАНИЙ»		
Наименование процесса	Процесс обслуживание	
Уровень риска	Критический	
Ответственный	Персонал ПОП	
Общая информация о риске		
Наименование риска	Риск «Несоблюдение санитарных требований»	
Причины	Несоблюдение правил уборки помещений для приема гостей. Несоблюдение правил личной гигиены персонала. Несоблюдение правил санитарной обработки столового белья, посуды, приборов, инвентаря. Неправильное использование моющих средств	
Последствия	Снижение качества обслуживания. Потеря доверия у потребителей	
№	Мероприятия по снижению уровня риска	Ответственный
1	Обучение персонала программе безопасности производственной деятельности на основе принципов ХАССП	Зав. производством
2	Соблюдение процедур сервировки и уборки столов, посуды, приборов, инвентаря	Администратор зала
3	Ведение журнала визуального контроля санитарного состояния	Администратор зала

Рис. 3. Паспорт риска «Несоблюдение санитарных требований»
Fig. 3. Passport of risk «Failure to comply with sanitary requirements»

ПАСПОРТ РИСКА «ПОПАДАНИЕ В ПИЩУ ПОСТОРОННИХ ПРЕДМЕТОВ»		
Наименование процесса	Процесс обслуживание	
Уровень риска	Критический	
Ответственный	Персонал	
Общая информация о риске		
Наименование риска	Риск «Попадание в пищу посторонних предметов»	
Причины	Несоблюдение правил личной гигиены персонала. Неправильное использование моющих средств	
Последствия	Снижение качества обслуживания. Потеря доверия у потребителей. Небезопасная для употребления продукция	
№	Мероприятия по снижению уровня риска	Ответственный
1	Соблюдение правил личной гигиены персонала	Администратор зала
2	Обучение персонала программе безопасности производственной деятельности на основе принципов ХАССП	Зав. производством

Рис. 4. Паспорт риска «Попадание в пищу посторонних предметов»
Fig. 4. Passport of risk «Ingestion of foreign objects»

Риск «Некомпетентность персонала» является самым часто встречаемым риском и затрагивает почти все этапы процесса обслуживания. Риск является критическим, так как влечет за собой снижение качества обслуживания и потерю доверия у потребителей. Уровень риска можно снизить, если соблюдать предложенные мероприятия по минимизации уровня риска, такие как постоянное обучение персонала, наставничество, проведение аттестаций.

Риск «Несоблюдение требований гигиеничности» влечет снижение качества обслуживания и потерю доверия у потребителей. Риск можно снизить, проводя мониторинг выполнения санитарных требований к помещениям, столовому белью, посуде, приборам и инвентарю ПОП, своевременности уборки столов и помещений, внешнего вида и опрятности официантов, а также обучение персонала программе безопасности производственной деятельности на основе принципов ХАССП.

Риск «Попадание в пищу посторонних предметов» влечет снижение качества обслуживания и потерю доверия у потребителей, а также риск реализации опасной для употребления продукции. Одним из основных мероприятий по минимизации уровня данного риска является обучение персонала программе безопасности производственной деятельности на основе принципов ХАССП.

В соответствии с алгоритмом управления рисками на следующем этапе исследований с учетом разработанных паспортов рисков были подобраны методы и инструменты управления рисками. В качестве метода управления рисками был выбран метод уклонения от рисков, в качестве инструментов управления рисками и достижения их минимизации были выбраны мероприятия по сокращению опасного поведения персонала, ограждение опасных зон, установление контроля за поведением сотрудников, а именно:

- соблюдения правил этикета;
- соблюдения процедур уборки столиков;
- соблюдения правил обслуживания;
- соблюдения правил сервировки стола;
- соблюдения внешнего вида персонала;

- соблюдения процедуры уборки битой посуды, стекла;
- точности и своевременности исполнения заказа.

Для наглядного представления архитектуры интеграции действий риск-менеджмента в процесс обслуживания на ПОП была построена модель данного процесса. Методом моделирования был выбран метод IDEF0 на основе методологии SADT. Данная методология широко используется благодаря простой и понятной для понимания графической нотации. Главное место в методологии отводится диаграммам (функциональным блокам), на которых воспроизводят функции системы (процесса) посредством геометрических прямоугольников, связи между функциями и внешней средой показываются с помощью стрелок [8]. Модель процесса обслуживания на ПОП представлена на рис. 5.

Данная модель представлена детализацией шести подуровней:
- диаграмма А1.1 «Встреча потребителей и выбор столика»;
- диаграмма А2.1 «Подача меню»;
- диаграмма А3.1 «Принятие заказа»;
- диаграмма А4.1 «Обслуживание»;
- диаграмма А5.1 «Расчет»;
- диаграмма А6.1 «Прощание».

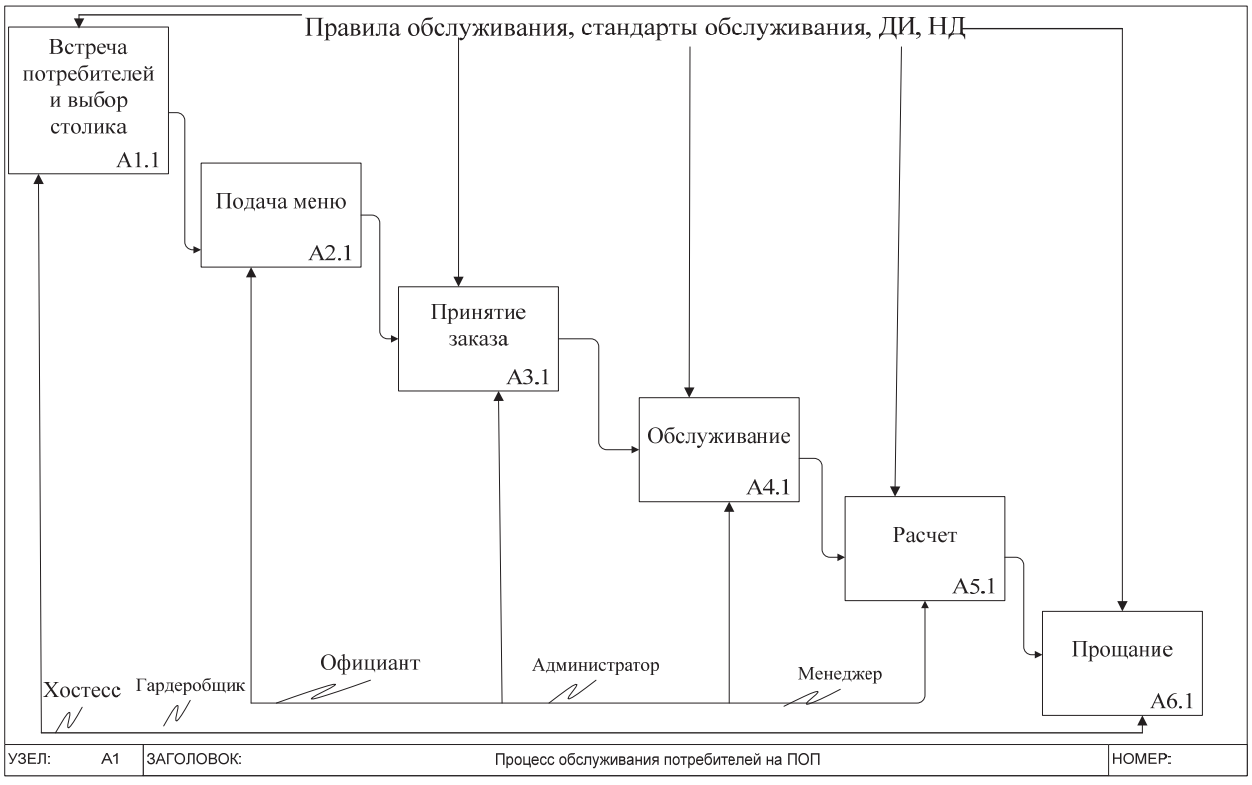


Рис. 5. Модель процесса обслуживания на ПОП
Fig. 5. Model of the maintenance process on the catering

Далее в соответствии с выбранными инструментами управления рисками и достижения их минимизации была проведена интеграция данных мероприятий на каждом этапе процесса обслуживания на ПОП, что наглядно осуществлено включением мероприятий по минимизации и мониторингу рисков в модель процесса обслуживания на ПОП. Интеграция действий по риск-менеджменту была выполнена по всем шести уровням модели (рис. 6–11). Блоками, имеющими жирные границы в структуре моделей, представленных на рис. 6–11, выделены действия по риск-менеджменту, интегрированные в структуру исследуемого процесса.

Рис. 6. Декомпозиция диаграммы A1.1 «Встреча потребителей и выбор столика»
Fig. 6. Decomposition of the diagram A1.1 «Meeting of consumers and choice of table»

Рис. 7. Декомпозиция диаграммы A2.1 «Подача меню»
Fig. 7. Decomposition of the diagram A2.1 «Menu feed»

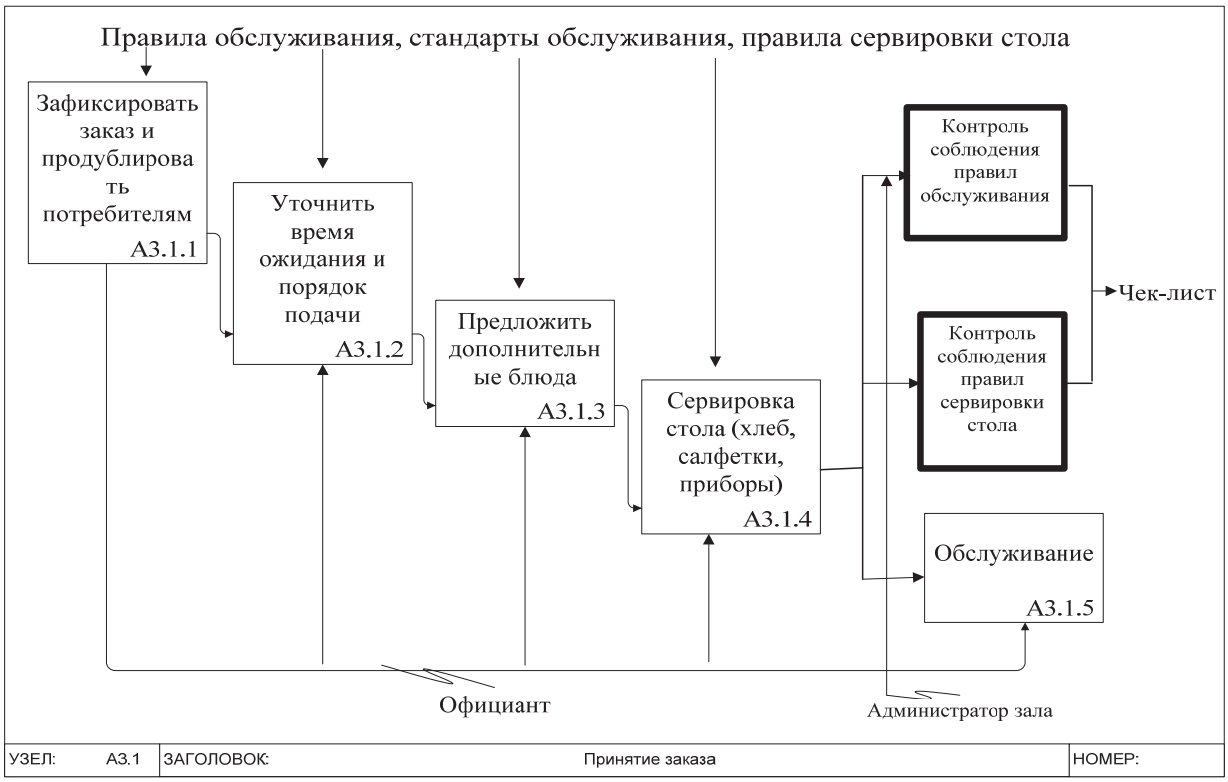


Рис. 8. Декомпозиция диаграммы A3.1 «Принятие заказа»
Fig. 8. Decomposition of the diagram A3.1 «Order Acceptance»

Рис. 9. Декомпозиция диаграммы A4.1 «Обслуживание»
Fig. 9. Decomposition of the diagram A4.1 «Maintenance»

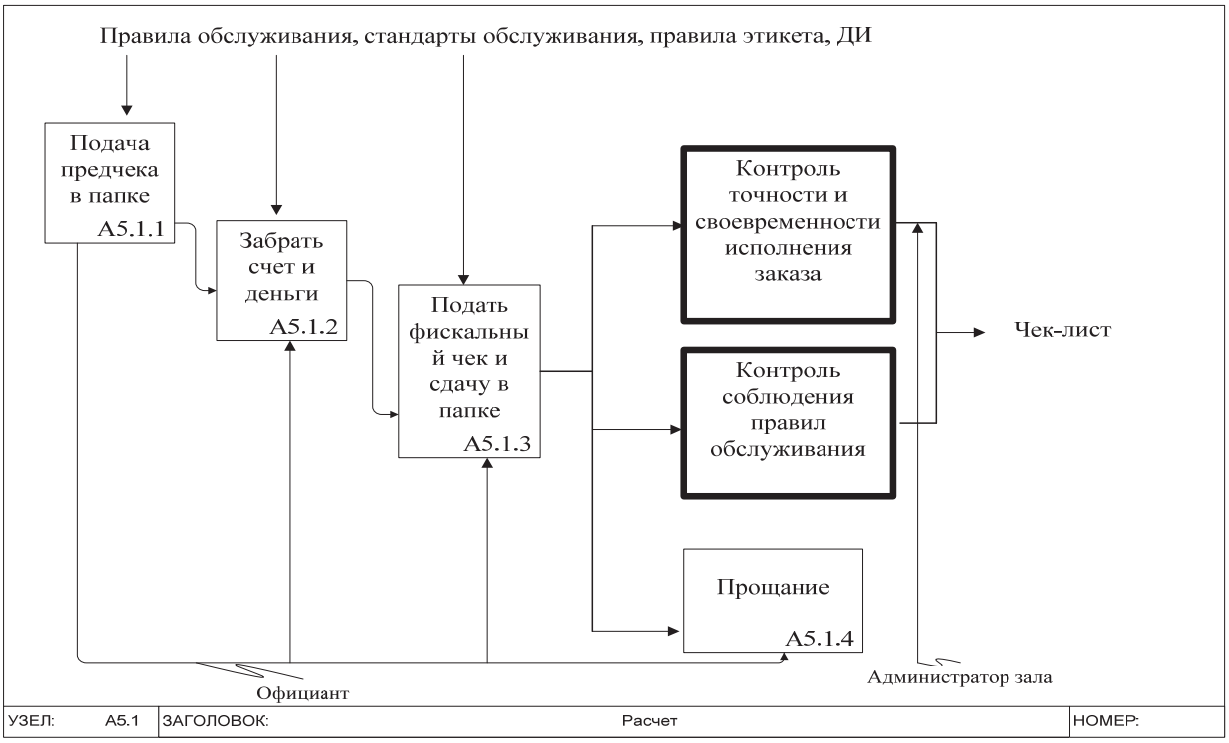


Рис. 10. Декомпозиция диаграммы A5.1 «Расчет»
Fig. 10. Decomposition of the diagram A5.1 «Calculation»

Рис. 11. Декомпозиция диаграммы A6.1 «Прощание»
Fig. 11. Decomposition of the diagram A6.1 «Parting»

Модель интеграции мероприятий по минимизации рисков в процесс обслуживания на ПОП представлена на рис. 12.

Следует отметить, что в качестве инструмента, измеряющего эффективность и результативность управления рисками, разработанная модель предусматривает контроль за качеством работы обслуживающего персонала на постоянной основе в форме заполнения чек-листа, в котором фиксируется перечень требований, для оценки качества работы и их реальное выполнение.

Таким образом, проведенный анализ принципов, структуры и общего руководства по риск-менеджменту позволил структурировать данный вид деятельности, в котором было выделено пять основных этапов. Для каждого этапа риск-менеджмента в соответствии с его задачами были выделены действия риск-менеджмента для его выполнения.

В результате последующей классификации действий по риск-менеджменту были идентифицированы действия, подлежащие интеграции в исследуемый процесс, такими действиями стали действия по минимизации и мониторингу рисков. Для конкретизации интегрируемых действий были разработаны паспорта рисков процесса обслуживания на ПОП: риск «Некомпетентность персонала», риск «Несоблюдение санитарных требований», риск «Попадание в пищу посторонних предметов».

Для разработки архитектуры будущей модели был проведен анализ процесса обслуживания на ПОП с последующим его описанием в графической нотации IDF0. В результате была построена модель процесса обслуживания на ПОП, представляющая декомпозицию шести уровней.

Для идентификации мест интеграции действий по риск-менеджменту в исследуемом процессе была проведена дальнейшая декомпозиция шести уровней модели процесса обслуживания на ПОП, в полученные в результате проделанной работы модели структурных элементов процесса обслуживания были вписаны действия по риск-менеджменту.

Разработанная в результате проведенного исследования модель интеграции риск-менеджмента в процесс обслуживания на ПОП представляет собой многоуровневую модель процесса обслуживания в структуре, в которой отображены мероприятия по минимизации и мониторингу рисков, обозначены ответственные за их выполнение, что свидетельствует об успешной интеграции. Разработка, построение и использование на практике подобного рода моделей позволит перейти от фрагментарного управления рисками к интегрированной его форме, обеспечивающей непрерывный риск-менеджмент, что является особенно актуальным в настоящее время.

Список литературы

1. Боровских Н.В. Региональный рынок общественного питания: анализ и перспективы развития // Омский науч. вестн. Сер. Общество. История. Современность. 2017. № 2. С. 71–75.

2. Киселева И.А. Управление рисками с учетом влияния человеческого фактора [Сайт]. URL: https://cyberleninka.ru/ (Дата обращения: 29.03.2018).

3. ГОСТ 31000-2010. Менеджмент риска. Принципы и руководство. Введ. 2011-09-01. М.: Стандартинформ, 2018. 28 с.

4. ГОСТ Р 51705.1-2001. Системы качества. Управление качеством пищевых продуктов на основе принципов ХАССП. Общие требования. Введ. 2001-07-01. М.: Стандартинформ, 2009. 10 с.

5. ГОСТ Р МЭК 62198-2015. Проектный менеджмент. Руководство по применению менеджмента риска при проектировании. Введ. 2016-07-01. М.: Стандартинформ, 2016. 35 с.

6. ГОСТ Р ИСО/МЭК 31010-2011. Менеджмент риска. Методы оценки риска. Введ. 2012-12-01. М.: Стандартинформ, 2012. 70 с.

7. ГОСТ Р 51897-2011 / Руководство ИСО 73:2009. Менеджмент риска. Термины и определения. Введ. 2011-11-16. М.: Стандартинформ, 2012. 12 с.

8. Р 50.1.028-2001. Информационные технологии поддержки жизненного цикла продукции. Методология функционального моделирования. Введ. 2002-07-01. М.: Изд-во стандартов, 2001. 50 с.

***Сведения об авторах*:** Глебова Елена Велориевна, кандидат технических наук, доцент, e-mail: levege@mail.ru;

Горьянова Анастасия Романовна, магистрант, e-mail: nastya_goryanova@mail.ru.

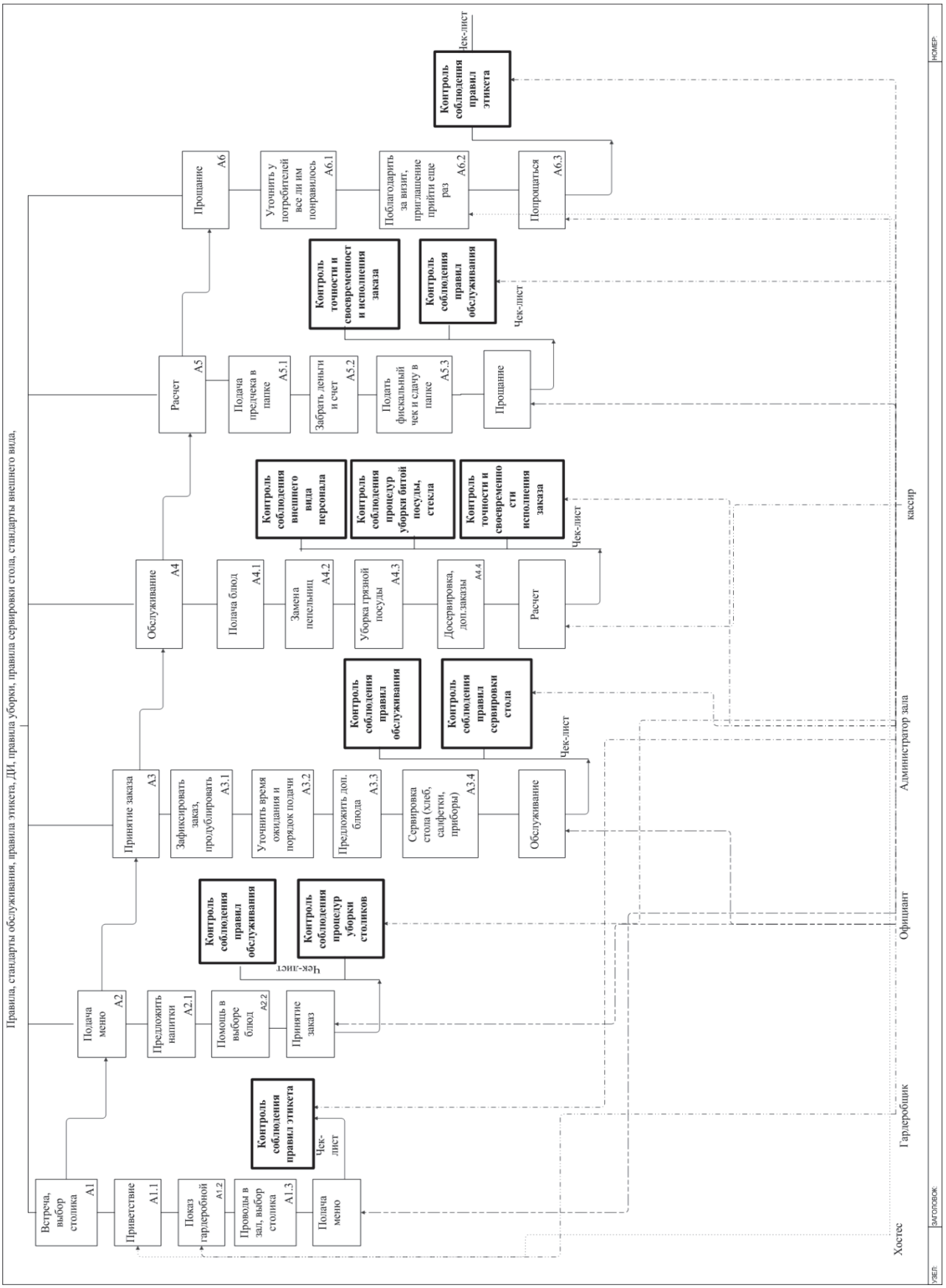


Рис. 12. Модель интеграции риск-менеджмента в процесс обслуживания на ПОП
Fig. 12. Model of integration of risk management in the service process in catering

УДК 664.951+006

Ю.В. Карпенко, Е.М. Панчишина, В.А. Скальская
Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,
690087, г. Владивосток, ул. Луговая, 52б

ОЦЕНКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА И БЕЗОПАСНОСТИ РЫБНОЙ КУЛИНАРНОЙ ПРОДУКЦИИ, ПОЛУЧЕННОЙ ПО ТЕХНОЛОГИИ SOUS VIDE (СУ-ВИД)

Рассмотрены основные вопросы, связанные с применением технологии sous vide (низкотемпературная термическая обработка продукта в вакууме). Описаны достоинства и недостатки исследуемой технологии и варианты ее применения при производстве рыбных продуктов. В ходе исследования установлено влияние режимов термообработки кулинарной продукции на примере рыбы отварной на физико-химические и органолептические показатели. Выявлено, что применение технологии sous vide позволяет значительно сократить потери при кулинарной обработке и улучшить органолептические показатели готовой продукции. Представлены результаты исследования микробиологических показателей готовой продукции в хранении. Применение параметров термической обработки при использовании технологии sous vide, составляющих 50/40, 65/14 (температура/продолжительность, °С/мин), обеспечивает микробиологическую безопасность готовой продукции.

Ключевые слова: *кулинарная продукция, sous vide, термическая обработка, качество, микробиологическая безопасность.*

Ju.V. Karpenko, E.M. Panchishina, V.A. Skalskaya

THE EVALUATION OF QUALITY AND SAFETY INDICATORS READY-TO-EAT FISH PRODUCTS BY SOUS VIDE

The main issues of sous vide technology are considered, the advantages and disadvantages of this technology and its application options in the production of fish products are described. The influence of low-temperature heat treatment in vacuum of culinary products on the example of boiled fish on the physic, chemical and organoleptic characteristics has been established. It is revealed that the use of sous vide technology can significantly reduce losses during heat treatment and improve organoleptic characteristics. Assessment of the quality of finished products by microbiological indicator of safety in storage carried out. The use of sous vide heat treatment parameters of 50/40, 65/14 (temperature / duration, ° C / min) ensures the microbiological safety of the finished product.

Key words: *ready-to-eat fish products, sous vide, heat treatment, quality, microbiological safety.*

Современный темп жизни, высокие объемы потребления и уровень технологического прогресса обусловливают общую тенденцию к уменьшению продолжительности процессов, связанных как с производством пищевых продуктов, так и с их потреблением. Неуклонно продолжает расти рынок готовых к употреблению пищевых продуктов и полуфабрикатов. Пища должна оставаться сбалансированной, содержать весь набор полноценных и незаменимых компонентов, в том числе функциональных, для сохранения и улучшения здоровья, снижения риска развития алиментарных заболеваний, предотвращения или восполнения дефицита питательных веществ в организме человека.

Термическая обработка является одной из важнейших технологических операций, формирующей качество пищевого продукта и его стабильность в хранении. При термообработке происходят физико-химические и коллоидно-дисперсные изменения белков, связанные с денатурацией. При этом уплотняется консистенция продукта, происходит значительное отделение влаги и растворимых веществ [1], а значит, и снижение пищевой ценности продукта.

Использование щадящих режимов термообработки, контроль скорости нагрева позволяют сохранить пищевую ценность продукта, его усвояемость, снизить потери влаги и улучшить органолептические характеристики готового продукта [2].

Технология sous vide (фр. «под вакуумом») нашла достаточно высокое практическое применение в мясоперерабатывающей отрасли, а также в технологии общественного питания. Данная технология предусматривает производство пищевого продукта путем помещения его в полимерные структурированные многослойные пакеты, особенностью которых является их устойчивость к высоким температурам и длительной термической обработке, вакуумирования наполненного пакета и дальнейшую термическую обработку в воде или другой греющей среде. Особенностью технологии является более длительная продолжительность процесса при достаточно низкой и точно контролируемой температуре обработки продукта [3, 4]. Причем герметичная упаковка под вакуумом позволяет более эффективно происходить процессу теплопереноса от воды или пара в пищевой продукт. Следовательно, желаемая степень готовности всего объема продукта достигается без чрезмерного нагрева при оптимальных температурах в центре продукта [3].

Использование sous vide позволяет сохранить на максимально высоком уровне относительно традиционной термической обработки такие показатели качества продукта, как сочность, вкус и аромат, пищевую ценность; повысить биодоступность различных питательных веществ для организма человека; повысить сроки годности продукции за счет снижения обсемененности готового продукта; сократить потери массы в ходе технологического процесса; снизить окисление липидов; сократить объем закладки специй [5].

Однако недостатками данной технологии принято считать сложность обеспечения микробиологической безопасности продукта, которая, однако, решается использованием качественного сырья, применением герметичной упаковки, строго контролируемой температуры в течение заданного периода времени в ходе термической обработки, быстрым (шоковым) последующим охлаждением или замораживанием продукта перед этапом хранения, использованием консервирующих веществ в качестве дополнительных микробиологических барьеров [3].

В рыбной отрасли использование низкотемпературной тепловой обработки вакуумированных продуктов продолжает неуклонно расти. Так, разработаны и обоснованы технологии производства кулинарной продукции из пресноводных рыб, температурная обработка которых составила 75±2 °С при продолжительности 25±2 мин [6]. С использованием технологии sous vide разработаны рецептуры и технологии кулинарных изделий из кальмара и рыбы с комплексными растительными добавками [7], с использованием сока лайма в качестве консервирующего агента [4], разработан альтернативный способ термической обработки креветок [8]. Выявлено, что использование инновационной технологии sous vide позволяет повысить органолептические, структурно-механические и физико-химические показатели готовой продукции [9, 10].

Произведенный сравнительный анализ массива данных о существующих параметрах термической обработки продуктов с использованием технологии sous vide [2, 4, 6, 7, 8, 12, 13, 14] позволил сделать вывод о том, что для обеспечения микробиологической безопасности кулинарного рыбного продукта технологические температурно-временные параметры термической обработки могут составлять соответственно 50/40, 65/14 (температура/продолжительность, ^{o}С/мин). Однако данные научной литературы о развитии микроорганизмов в процессе низкотемпературной тепловой обработки довольно ограничены [12].

Целью настоящей работы являлось проведение оценки показателей качества и безопасности рыбной кулинарной продукции на примере рыбы отварной, полученной по технологии sous vide.

В соответствии с поставленной целью предполагалось решение следующих задач:

- исследование влияния параметров термической обработки в образцах отварной рыбы на физико-химические и органолептические показатели качества;
- проведение оценки качества готовой продукции по микробиологическим показателям безопасности в хранении.

В качестве сырья для получения исследуемых образцов готовой продукции отварной рыбы использовали горбушу мороженую по ГОСТ 32366-2013. Вспомогательными материалами служили соль пищевая (ГОСТ Р 51574-2018), вода питьевая (СанПиН 2.1.4.1074-01), армированные трехслойные рулоны марки Caso для sous vide, плотностью 115 мкр. Технологическая схема отварной рыбы различными способами представлена на рис. 1.

Примечание. * – способы и режимы термической обработки представлены в табл. 1; пунктирной стрелкой указаны операции, характерные для технологии sous vide.

Рис. 1. Технологическая схема отварной рыбы с применением различных способов термической обработки
Fig. 1. Technological scheme of production of boiled fish

Таблица 1

Способы и режимы термической обработки при производстве отварной рыбы

Table 1

Heat treatment modes in the production of boiled fish

Способ термообработки	Вид теплоносителя	Температура, °С	Продолжительность, мин
Варка на пару	Насыщенный водяной пар	98±1,0	10–12
Варка в воде	Вода	96±2,0	10–12
Sous vide	Вода	50±0,5	40
	Вода	65±0,5	14

Температуру контролировали термометром Testo 826-T4.

Потери массы в ходе термической обработки в образцах вареной рыбы определяли как отношение массы куска рыбы до и после термической обработки, выраженное в процентах.

Содержание воды определяли общепринятым стандартным методом по ГОСТ 7636-85.

Органолептическую оценку качества готовой продукции проводили по ГОСТ 7631-2008 с использованием метода количественного описательного анализа (КОА) [15].

Экспертная оценка КОА проводилась с применением балльной шкалы (табл. 2), разработанной в соответствии с рекомендациями по описанию терминологии групповых и единичных дескрипторов [11]. Результаты сенсорной оценки оформляли в виде органолептических профилей.

Таблица 2

Балльная шкала для определения органолептических показателей образцов термически обработанной рыбы

Table 2

Sensory scale for determining the organoleptic characteristics of heat-treated fish samples

Групповой дескриптор	Единичный дескриптор	Словесная характеристика	Баллы
Внешний вид	Цвет	Светло-розовый	1
		Розоватый	2
		Розово-оранжевый	3
		Оранжевый	4
		Розовый	5
Запах	Степень сохранения запаха, свойственного данной продукции	Отсутствует	1
		Едва уловимый	2
		Незначительно выраженный	3
		Умеренно выраженный	4
		Значительно выраженный	5
Вкус	Степень сохранения вкуса, свойственного данной продукции вкуса	Отсутствует	1
		Едва уловимый	2
		Незначительно выраженный	3
		Умеренно выраженный	4
		Значительно выраженный	5
Консистенция	Плотность	Очень мягкая	1
		Мягкая	2
		Мягковатая	3
		Уплотненная	4
		Плотная	5
	Сочность	Сухая	1
		Суховатая	2
		Недостаточно сочная	3
		Очень сочная, водянистая	4
		Сочная	5
	Нежность	Жестковатая	1
		Слегка жестковатая	2
		Очень нежная, близкая к мажущей	3
		Нежность выражена недостаточно интенсивно	4
		Нежная	5

Согласно ТР ЕАЭС 040/2016 «Технический регламент Евразийского экономического союза «О безопасности рыбы и рыбной продукции» оценку микробиологических рисков учитывали по следующим показателям: количество мезофильных аэробных и факультативно анаэробных микроорганизмов (КМАФАнМ) (ГОСТ 10444.15); наличие или отсутствие сульфитредуцирующих бактерий рода *Clostridium* (ГОСТ 29185), бактерий рода *Salmonella* (ГОСТ 31659), бактерий группы кишечных палочек (колиформные бактерии) (ГОСТ 31747), количества коагулазоположительных стафилококков и *Staphylococcus aureus* (ГОСТ 31746), а также микроорганизмов порчи (дрожжи и плесневые грибы) (ГОСТ 10444.12).

Микробиологические исследования проводились в динамике, т.е. в процессе хранения при температуре 4±2 ^{0}С, периодичность контрольных точек которых определены по МУК 4.21847-04 «Методы контроля. Биологические и микробиологические факторы. Санитарно-эпидемиологическая оценка обоснования сроков годности и условий хранения пищевых продуктов».

Все исследования проводили в трехкратной последовательности. Статистическую обработку результатов исследования осуществляли на основе подсчета средних значений величин и стандартной средней ошибки.

Одним из положительных эффектов от применения технологии sous vide является более высокое содержание влаги в готовом продукте и снижение потерь тканевого сока относительно данных показателей в продукте, полученном путем традиционной термической обработки. Результаты исследований количества потерь тканевого сока при термообработке представлены в табл. 3 (в числителе даны значения потерь тканевого сока в зависимости от массы куска, в знаменателе – среднее значение).

Таблица 3

Потери массы при термообработке отварной рыбы различными способами варки

Table 3

Weight loss during heat treatment of boiled fish by various cooking methods

Способ термообработки	Масса кусков до термообработки, г	Масса кусков после термообработки, г	Потери при термообработке, %
Варка на пару	44,95–62,37	34,51–51,95	$\frac{16,70 - 23,23}{20,43}$
Варка в воде	52,0–73,0	38,61–57,16	$\frac{21,69 - 25,75}{23,22}$
Sous vide, 50/40	48,71–66,25	42,90–60,78	$\frac{8,26 - 16,37}{11,34}$
Sous vide, 65/14	50,56–85,10	45,07–62,37	$\frac{9,29 - 13,02}{11,21}$

Как видно из табличных данных, использование технологии sous vide обеспечивает значительное снижение потерь при термообработке – в 2 раза по сравнению с варкой в воде, в 1,5 раза – при термообработке на пару. Потери при термообработке исследуемых образцов продукции при использовании традиционного способа варки на пару или в воде обусловлены в основном отделением жидкой фазы, которая содержит минеральные вещества, некоторое количество (до 1,5 %) общего белка. Количество отделенного жира зависит от жирности сырья и может составлять до 2,5 % от массы сырья [16]. Полученные данные подтверждаются результатами исследований по определению содержания воды в образцах отварной рыбы после термической обработки (рис. 2).

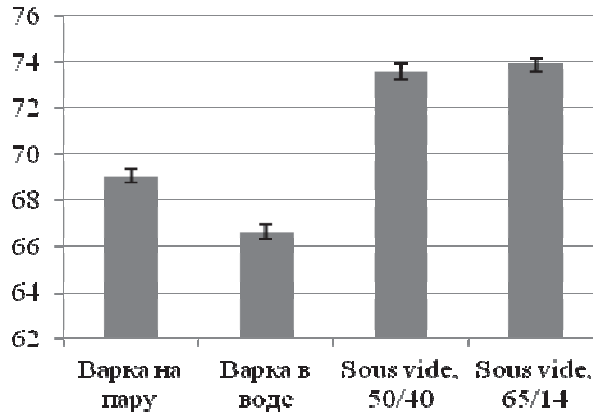


Рис. 2. Содержание воды в образцах отварной рыбы после термической обработки
Fig. 2. Water content in samples of boiled fish after heat treatment

Результаты сенсорной оценки исследуемых образцов отварной рыбы, изготовленных с применением различных способов термической обработки, представлены на рис. 3 в виде органолептических профилей.

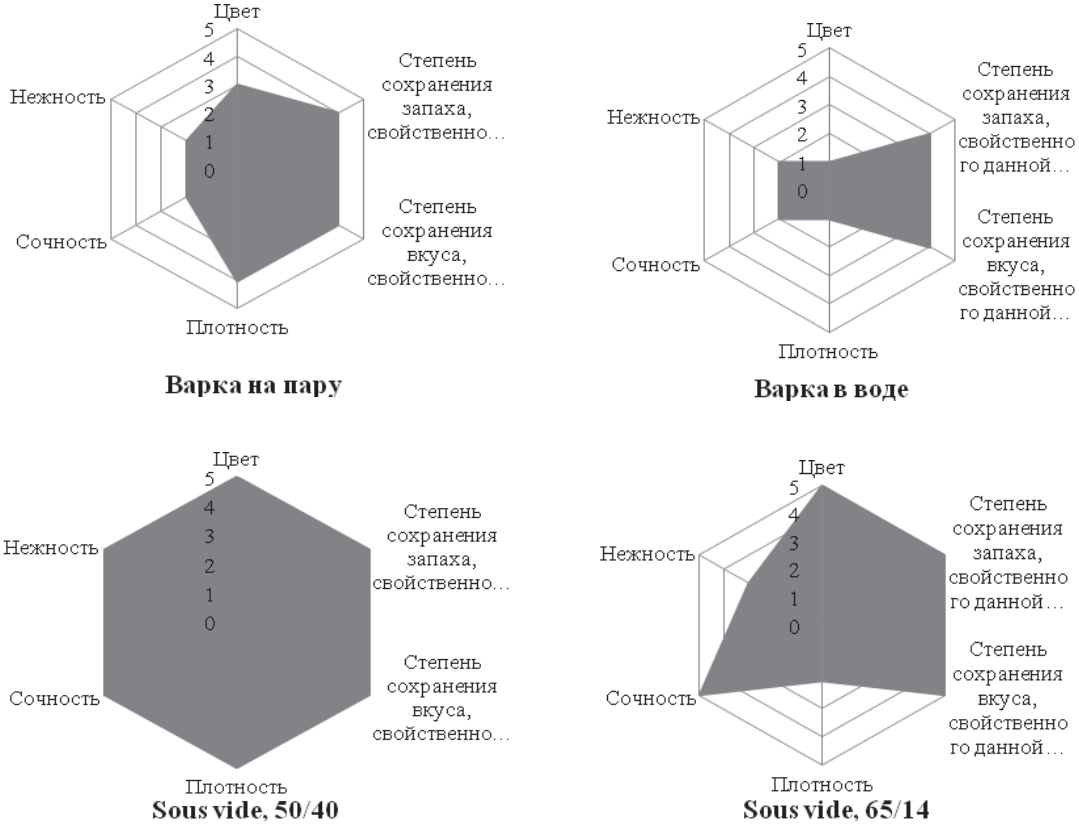


Рис. 3. Органолептические профили единичных дескрипторов образцов отварной рыбы с использованием различных способов термообработки
Fig. 3. Organoleptic profiles of boiled fish single descriptors using various heat treatment methods

Как видно из рис. 3, в ходе дегустации наибольшее количество баллов получил образец отварной рыбы по технологии sous vide с параметрами 50/40 (мин/^{0}С), который оценен экспертами как образец с наиболее приемлемыми органолептическими показателями, что согласуется с общеизвестными данными [3, 9, 10]. Основные изменения происходят с органолеп-

тическим показателем «консистенция», что согласуется с результатами физико-химических исследований. Единичные дескрипторы «плотность», «сочность» и «нежность», входящие в групповой дескриптор «консистенция», напрямую зависят от содержания воды в образцах продукта после термической обработки.

Формирование цвета готовой продукции обусловлено наличием в мышечной ткани рыбы природных пигментов, к которым относят каратиноиды, меланины, гемоглобин и некоторые другие химические соединения [11]. При традиционной термообработке в воде значительная часть чувствительных к свету, теплу и кислороду пигментов разрушается, незначительная их часть переходит в бульон (варочные воды), поэтому цвет такой рыбы характеризовался экспертами как светло-розовый или бледный. При варке на пару ассоциированные с белками пигменты мигрирует на поверхность рыбы, при этом происходит каскад сахароаминных реакций с образованием розово-оранжевых и оранжевых продуктов реакции на поверхности куска рыбы. Используя технологию sous vide, можно избежать значительного изменения цвета готового продукта, а значит, сформировать положительную гедоническую оценку потребителя.

Результаты определения МАФАнМ исследуемых образцов отварной рыбы, полученных различными способами термической обработки, представлены на рис. 4.

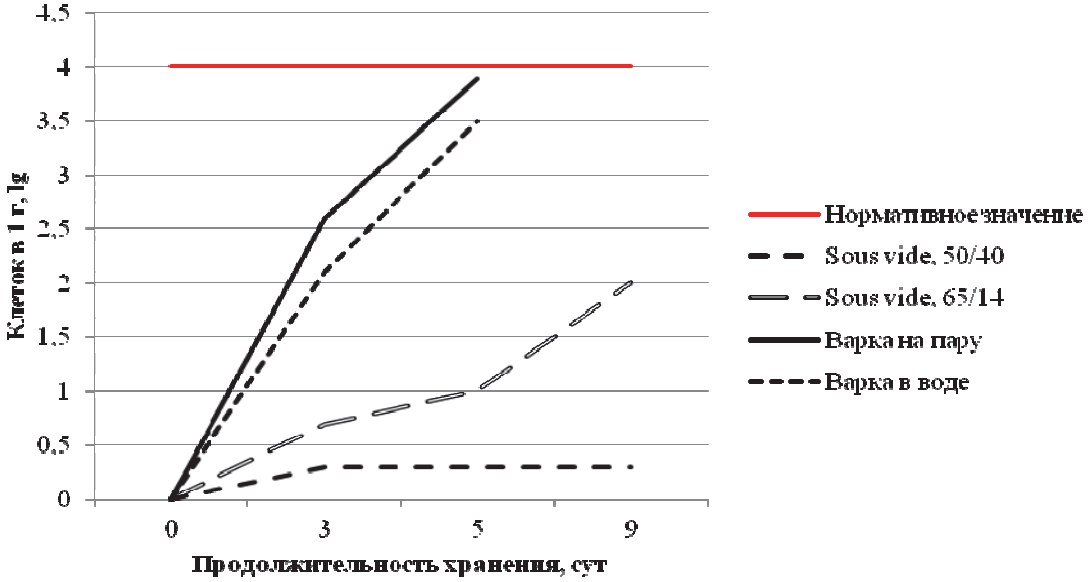


Рис. 4. Динамика численности МАФАнМ отварной рыбы в процессе хранения при температуре 4±2 ^{0}C

Fig. 4. The dynamics of the mesophilic aerobic and facultative anaerobic microorganisms number of boiled fish during storage at 4±2 ^{0}C

Данные рисунка свидетельствуют об отсутствии превышения нормативного значения численности микроорганизмов в образцах отварной рыбы, полученных различными способами термообработки. Тем не менее в образцах отварной рыбы, изготовленной по традиционной технологии с применением пара и воды в качестве теплоносителей, наблюдается интенсивный рост микроорганизмов, и уже на пятые сутки уровень численности популяции достигает предельно допустимого значения.

БГКП, *S.aureus*, *Clostridium* spp., *Salmonella spp.*, дрожжи и плесневые грибы в нормируемых объемах всех образцов отварной рыбы не обнаружены.

При термической обработке по технологии sous vide одним из важнейших критериев сохранения качества готовой продукции и его микробиологической безопасности является строго контролируемая температура термообработки в течение заданного периода времени, а

также качество сырья. Нарушение технологического режима термической обработки при переработке некачественного сырья может спровоцировать рост и развитие микроорганизмов.

Известные литературные сведения [13] стали предпосылкой для проведения модельного эксперимента с нарушенными технологическими параметрами термической обработки для выявления микробиологических рисков при производстве продукции по исследуемой технологии sous vide.

Так, в лабораторных условиях нами проведено моделирование технологического режима с нарушенными температурно-временными параметрами, при этом отклонение от заданной температуры составило 3 ^{0}C, т.е. 65±3 ^{0}C. При этом продолжительность процесса увеличили на 10–15 мин с соответствии с рекомендациями [12].

При посеве полученных образцов на дифференциально-диагностические среды Плоскирева и Эндо в контролируемой навеске (25 г) обнаружены колонии микроорганизмов по морфологическим признакам, которые характерны для рода *Salmonella spp.* – от светло-розового до розового цвета с блестящим налетом (рис. 5).

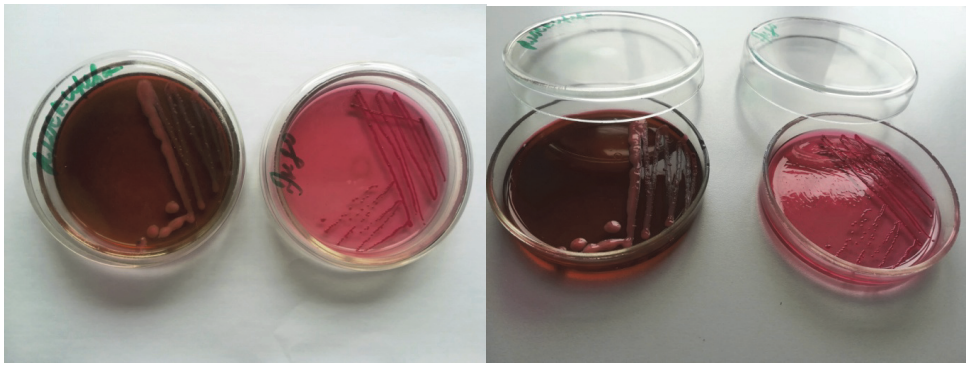


Рис. 5. Культуральный рост выделенных микроорганизмов на дифференциально-диагностических средах Плоскирева и Эндо
Fig. 5. Cultural growth of isolated microorganisms on Ploskirev and Endo differential diagnostic media

Известно, что бактерии рода *Salmonella* представляют собой грамотрицательные (Гр(-) палочки с закругленными концами, однако в результате проведенных нами морфологических исследований с помощью микроскопии установлено, что выделенные бактерии являются смешанной культурой грамположительной (Гр(+) палочковидной и кокковой форм (рис. 6).

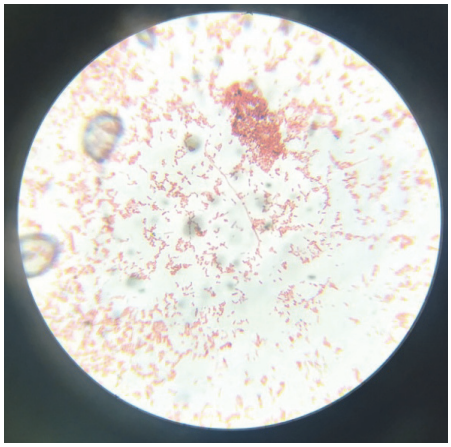


Рис. 6. Микроскопическая картина выделенных микроорганизмов
Fig. 6. Microscope image of isolated microorganisms

Дальнейшие исследования по идентификации выделенных бактерий не проводились.

Таким образом, даже незначительное изменение температуры при термической обработке способом sous vide может спровоцировать рост и развитие микроорганизмов, что может привести к снижению доброкачественности готовой продукции.

В ходе исследований проведена оценка показателей качества и безопасности рыбной кулинарной продукции на примере рыбы отварной, полученной по традиционной технологии варкой в воде и на пару и по технологии sous vide (низкотемпературная обработка продукта в вакууме).

Результаты сравнительного анализа показателей качества и безопасности кулинарной продукции показали, что при использовании технологии sous vide потери при термообработке снижаются в 1,5–2,0 раза при сравнении с образцами, изготовленными традиционным способом.

Проведенные органолептические исследования показали, что образцы отварной рыбы, изготовленные способом sous vide, получили более высокие показатели по групповым дескрипторам «консистенция», что подтверждается исследованиями по установлению содержания воды в образцах, и «внешний вид».

Применение температурно-временных параметров термической обработки при использовании технологии sous vide, составляющие 50/40, 65/14 (температура/продолжительность, ^{o}С/мин), обеспечивают микробиологическую безопасность готовой продукции. Однако отклонение от исследованных технологических параметров приводит к изменению микробиального фона, которое может привести к снижению доброкачественности готовой продукции.

Оценка микробиологических параметров в хранении показала, что использование технологии sous vide позволит увеличить срок годности кулинарной продукции до 5 сут, тогда как срок годности аналогичного продукта, термическая обработка которого осуществляется традиционным способом, составляет 36 ч.

Таким образом, использование технологии sous vide при строго контролируемой температуре термообработки качественного сырья в течение заданного периода времени позволяет сохранить на высоком уровне органолептические показатели кулинарной продукции, повысить сроки годности за счет снижения обсемененности путем применения вакуумирования и герметичной упаковки продукта и сократить потери массы при термообработке.

Список литературы

1. Богданов В.Д., Гусева Л.Б. Совершенствование процесса термообработки рыбных фаршевых кулинарных продуктов // Науч. тр. Дальрыбвтуза, 2014. Т. 31. С. 88–94.

2. Bansal V., Siddiqui M.W., Rahman Sh. Minimally processed foods: overview. In minimally processed foods. Technologies for safety, quality and convenience. Switzerland: Food engineering series, 2015. 313 p.

3. Фофанова Т.С. Технология су-вид – некоторые аспекты качества и микробиологической безопасности // Теория и практика переработки мяса. 2018. № 1. С. 59–68.

4. Matiyaschuk E.V., Ashmarina G.P., Skrebets A.S. Приготування риби за технологією «sous vide» // Научный взгляд в будущее. 2018. Т.1, № 8. С. 33–43.

5. Карпов Д.В., Глебова Н.В. Альтернативные способы тепловой обработки продуктов // Стратегия развития индустрии гостеприимства и туризма: материалы V Междунар. студенч. интернет-конф. 2017. С. 130–133.

6. Тимошенкова И.А., Москвичева Е.В., Евелева В.В. К обоснованию технологии кулинарных изделий из пресноводных рыб, упакованных под вакуумом // Междунар. науч.-исследоват. журн. 2016. № 12, ч. 3. С. 186–190.

7. Мацейчик И.В., Корпачева С.М., Сапожников А.Н. Совершенствование технологии кулинарных изделий из рыбы и морепродуктов // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания. 2015. № 4. С. 31–39.

8. Купцов Р.П. Альтернативный способ термической обработки креветок // Human Progress. 2017. Т. 3, № 12. 5 с.

9. Медянская О.А. Инновационные технологии в индустриальном производстве рыбной кулинарной продукции // Науч. вестн. Государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Невинномысский государственный гуманитарно-технический институт». 2016. Т. 2. С. 115–119.

10. Лисиченок О.В., Коршунова В.В., Ворожейкина Н.Г., Тарабанова Е.В. Влияние методов тепловой обработки на пищевую ценность кулинарной продукции из рыбы // Вестн. Новосиб. гос. аграрного ун-та. 2014. № 4. С. 100–104.

11. Ким Г.Н., Ким И.Н., Сафронова Т.М., Мегеда Е.В. Сенсорный анализ продуктов переработки рыбы и беспозвоночных. СПб.: Изд-во «Лань», 2014. 512 с.

12. Sous vide – Food safety precaution for restaurants CP058/1207 // NSW Government Food Authority.

13. Baldwin D. E. A practical guide to sous vide cooking (version 0.4i dated 9 September 2011). Режим доступа: http://www.douglasbaldwin.com/sous–vide.html.

14. Cosansu S., Mol S., Alakavuk D. U., Ozturan S. (2013). The effect of lemon juice on shelf life of sous vide packaged whiting (Merlangius merlangus euxinus, Nordmann, 1840) // Food and Bioprocess Technology. 2013. Vol. 6. I. 1. P. 283–289.

15. Сафронова Т.М., Панчишина Е.М. Органолептический профиль пищевого продукта: Объективизация метода оценки // Изв. вузов. Пищ. технология. 2017. № 4(358). С. 88–91.

16. Тюльзнер М., Кох М. Технология рыбопереработки. СПб.: Профессия, 2011. 404 с.

Сведения об авторах: Карпенко Юлия Валериевна, ассистент, e-mail: bozhuk@mail.ru;
Панчишина Екатерина Мироновна, кандидат технических наук, доцент;
Скальская Вероника Анатольевна.

УДК 621.565.943

А.А. Симдянкин, А.В. Назаренко
Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,
690087, г. Владивосток, ул. Луговая, 52б

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ИЗМЕНЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРНОГО НАПОРА В ВОЗДУШНЫХ КОНДЕНСАТОРАХ НА ПАРАМЕТРЫ ХОЛОДИЛЬНЫХ УСТАНОВОК

Исследуется влияние температурного напора в воздушных конденсаторах на параметры холодильной установки. Впервые выведены математические уравнения зависимости нагрузки на конденсатор и коэффициента теплоотдачи от температурного напора.

***Ключевые слова**: нагрузка на конденсатор, коэффициент теплопередачи, температурный напор, индикаторная мощность.*

A.A. Simdiankin, A.V. Nazarenko

STUDY OF THE EFFECT OF CHANGING THE TEMPERATURE CHARGE IN AIR CAPACITORS ON THE PARAMETERS OF THE REFRIGERATING INSTALLATION

In this paper, we study the effect of temperature pressure in air condensers on the parameters of the refrigeration unit. For the first time, mathematical equations for the dependence of the load on the condenser and the heat transfer coefficient on the temperature head were derived.

***Key words**: capacitor load, heat transfer coefficient, temperature pressure, indicator power.*

Введение

Наиболее важным в эксплуатации холодильной установки является поддержание оптимальных режимов работы. При оптимальном режиме работы обеспечивается долговечность машин и аппаратов, безопасность работы всей холодильной установки и минимальные затраты на эксплуатацию [1].

Наиболее экономичен режим работы установки, когда температура кипения максимально высокая, а температура конденсации – низкая. В теплообменных аппаратах и охлаждаемых помещениях для обеспечения нормального теплообмена между средами сохраняется определенная разность температур или температурный напор. Величина температурного напора зависит от соответствия производительности компрессоров и поверхности теплопередачи аппаратов тепловой нагрузке на испарительную систему, а также от различного рода неполадок в работе установки [2, 3]

Правильный выбор величины температурного напора позволяет увеличить ресурс работы компрессора, снизить энергопортебление, уменьшить срок окупаемости холодильной машины [2, 3]. Целью данной работы является исследование получения математических зависимостей влияния изменения величины температурного напора на параметры холодильной установки.

Методы исследования

Испытания производились на холодильной установке AME-L-3x2EC2 на базе 3 полугерметичных поршневых компрессоров фирмы Bitzer 2EC-22-40S, смонтированной на единой раме [4]. В состав установки также входит воздухоохладитель марки BLE401C7-S4P холодо-

производительностью $Q_0 = 4{,}22$ кВт, $F_{во}$ = 34,3 м^2; конденсатор воздушного охлаждения марки ACE51C2 с поверхностью теплообмена $F_{кд} = 41$ м^2.

Сравнительные расчеты параметров холодильного цикла для R22 проведены по формулам.

Удельная массовая холодопроизводительность, кДж/кг:

$$q_0 = i_{1'} - i_4, \quad (1)$$

где $i_{1'}$ – энтальпия в конце процесса кипения, кДж/кг; i_4 – энтальпия в начале процесса кипения, кДж/кг.

Масса циркулирующего хладагента, кг/с

$$M_a = \frac{Q_0}{q_0}. \quad (2)$$

Адиабатная мощность компрессора, затрачиваемая на сжатие холодильного агента, кВт

$$N_a = M(i_2 - i_1), \quad (3)$$

где i_2 – энтальпия в конце сжатия паров холодильного агента, кДж/кг; i_1 – энтальпия в начале сжатия паров холодильного агента, кДж/кг.

Индикаторная мощность, кВт

$$N_i = N_a / \eta_i. \quad (4)$$

Нагрузка на конденсатор, кВт

$$Q_k = Q_0 + N_i. \quad (5)$$

Коэффициент теплопередачи, Вт/(м^2·К)

$$\kappa = \frac{Q_0}{F_{кд} \cdot \Delta t}, \quad (6)$$

где Δt – величина температурного напора, К.

Для статистической обработки экспериментальных данных и построения графиков с выводом формул использовали стандартный пакет программ MicrosoftOffice 2007, Curve Expert 1.4.

Результаты исследования и их обсуждение

Построим цикл холодильной машины в диаграмме i-lgP для R22. Используя уравнения (1–4), рассчитаем параметры холодильной установки при различных температурных напорах. Получившиеся данные сведем в таблицу.

Параметры холодильного цикла при разных температурных напорах
Parameters of the refrigeration cycle at different temperatures

Температура наружного воздуха, ^{0}C	Температура конденсации, ^{0}C	Температурный напор, ^{0}C	Удельная массовая холодопроизводительность, кДж/кг	Масса циркулирующего хладагента, кг/с	Индикаторная мощность, кВт
18	25	7	170	0,024	1,28
	30	12	165	0,0249	1,5
	35	17	155	0,026	1,8
	40	22	150	0,027	2,04
	45	27	145	0,028	2,17

Анализируя данные в таблице, видим, что с увеличением температурного напора в воздушном конденсаторе происходит снижение удельной массовой холодопроизводительности, увеличение массы циркулирующего холодильного агента, повышение потребляемой мощности. С повышением температурного напора на 20 ^{0}C удельная массовая холодопроизводительность снижается на 14,7 %, это связано с тем, что при увеличении температурного напора повышается давление конденсации, что влечет за собой большие потери при дросселировании. Снижение удельной массовой холодопроизводительности приводит к увеличению массы циркулирующего хладагента на 16,7 %. Повышение температуры конденсации влечет за собой повышение температуры нагнетания, в связи с чем индикаторная мощность увеличивается на 69,5 %.

Используя формулу (5), рассчитаем нагрузку на конденсатор, используя полученные данные, построим график на рис. 1.

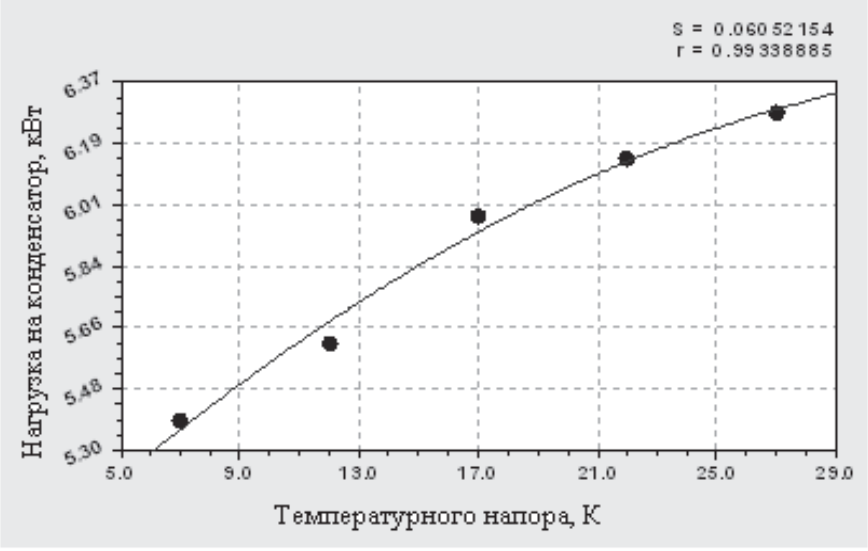


Рис. 1. Влияние изменения температурного напора на нагрузку на конденсатор
Fig. 1. The effect of temperature change on the load on the condenser

Анализируя график на рис. 1, мы видим, что увеличение температурного напора приводит к повышению нагрузки на конденсатор. При увеличении температурного напора на 20 К нагрузка увеличивается на 16,5 %.

Используя программу CurveExpert 1.4, получим формулу, описывающую зависимость нагрузки на конденсатор от температурного напора:

$$Q_k = 4{,}8337 + 0{,}0833\Delta t - 0{,}001086\Delta t^2 . \quad (7)$$

Формула (7) позволяет определить нагрузку на конденсатор для установки AME-L-3x2EC2 и ее аналогов при изменении температурного напора от 7 до 27 К с коэффициентом корреляции 0,993.

Используя формулу (6), рассчитаем коэффициент теплопередачи, используя полученные данные, построим график на рис. 2.

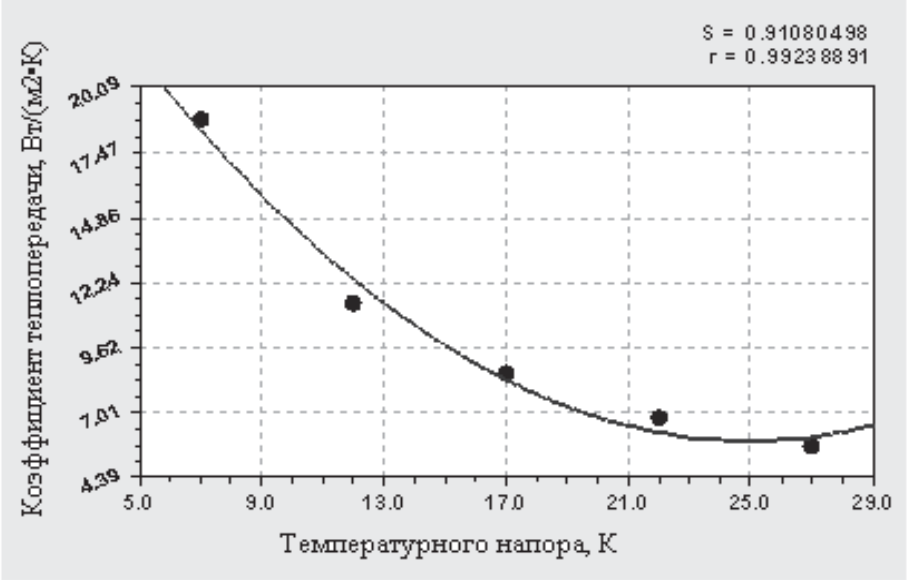


Рис. 2. Влияние изменения температурного напора на коэффициент теплопередачи
Fig. 2. The effect of changes in temperature pressure on the heat transfer coefficient

Анализируя график на рис. 2, мы видим, что увеличение температурного напора приводит к снижению коэффициента теплопередачи. При увеличении температурного напора на 20 К коэффициент теплопередачи снижается на 69,6 %.

Используя программу CurveExpert 1.4, получим формулу, описывающую зависимость коэффициента теплопередачи от температурного напора:

$$\kappa = 29{,}9739 - 1{,}9324\Delta t + 0{,}038728\Delta t^2 . \quad (8)$$

Формула (8) позволяет рассчитать коэффициент теплопередачи конденсатора для установки AME-L-3x2EC2 и ее аналогов при изменении температурного напора от 7 до 27 К с коэффициентом корреляции 0,992.

Выводы

Таким образом, в ходе исследования рассмотрено влияние изменения температурного напора в воздушном конденсаторе на параметры холодильной установки AME-L-3x2EC2.

Выведены математические уравнения зависимостей нагрузки на конденсатор и коэффициента теплопередачи от температурного напора.

Исследование показывает, что следует стремиться к минимальным значениям температурного напора в конденсаторе для экономии электроэнергии и увеличения холодопроизводительности холодильной машины.

Список литературы

1. Крайнев А.А., Сериков С.А. Оптимизация режимов работы холодильной установки с аккумулятором естественного холода с использованием метода термоэкономического анализа // Вестн. Междунар. академии холода. 2014. № 1. С. 55–58.

2. Шишов В.В. Рекомендации по температурным напорам // Холодильная техника. 2014. № 9. С. 41–43.

3. Шишов В.В., Талызин М.С. Температурный напор в конденсаторах с воздушным охлаждением // Холодильная техника. 2014. № 9. С. 35–37.

4. Богданов В.Д., Симдянкин А.А., Назаренко А.В. Исследование процесса замораживания дальневосточного трепанга при его криообработке // Вестн. Астраханского гос. техн. ун-та. Сер. Рыб. хоз-во. 2016. № 2. С. 130–135.

Сведения об авторах: Симдянкин Андрей Андреевич, старший преподаватель, e-mail: And-sim@mail.ru;

Назаренко Антон Валерьевич, старший преподаватель, e-mail: NazAnton@yandex.ru.

ЭКОНОМИКА РЫБОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ОТРАСЛИ

УДК 681.3+51-7

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

КОМПЬЮТЕРИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ОБУЧЕНИЯ МЕТОДАМ ЛИНЕЙНОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ В РАМКАХ КУРСА «ПРИКЛАДНАЯ МАТЕМАТИКА»

Рассматриваются методические подходы для повышения уровня подготовки студентов бакалавриата направления 23.03.01 «Технология транспортных процессов» профиль «Организация перевозок и управление на водном транспорте» в решении задач повышения экономической эффективности при различных хозяйственных операциях путем применения программы автоматической проверки правильности решения задач по теме «Линейное программирование» в рамках учебного процесса по курсу «Прикладная математика».

Ключевые слова: *линейное программирование, компьютерная программа, прикладная математика.*

E.V. Yushchik

COMPUTERIZATION OF THE PROCESS OF TEACHING THE METHODS OF LINEAR PROGRAMMING IN THE FRAMEWORK OF THE COURSE «APPLIED MATHEMATICS»

The article discusses the methodological approaches to improve the level of training of undergraduate students of the direction of 23.03.01 «Technology of transport processes» profile «Organization of transport and management of water transport» in solving the problems of increasing economic efficiency during various business operations by applying the program automatically checks the correctness of solving problems on the subject «Linear programming» in the framework of the educational process for the course «Applied Mathematics».

Key words: *linear programming, computer program, applied mathematics.*

Для повышения эффективности экономических показателей при различных хозяйственных операциях в процессе планирования работы компании рыбного хозяйства часто необходимо использовать математические методы анализа ситуаций. Для этого необходимы думающие специалисты, которые на современном этапе внедрения цифровой экономики в производство обладают самостоятельностью и владеют методами для принятия экономически обоснованных решений в управлении производственной деятельностью предприятия.

Для студентов по направлению подготовки «Технология транспортных процессов» профиль «Организация перевозок и управление на водном транспорте» преподается дисциплина «Прикладная математика» на втором курсе очного отделения и на третьем курсе заочного отделения ФГБОУ ВО «Дальрыбвтуз». Объем курса составляет 72 ч, или 2 зачетных единицы. Поскольку Дальрыбвтуз готовит кадры для рыбного хозяйства, то соответственно студенты изучают в основном технические науки.

Необходимо отметить, что развитие технических наук всегда происходит в непрерывной связи с математикой. При этом в процессе изучения рассматривают как *чистую,* так и *прикладную* математику.

Чистая математика отвлекается от конкретной природы объектов и сосредоточивает свое внимание на отношениях в чистом виде. «Математика – наука об отношениях между

объектами, о которых ничего неизвестно, кроме описывающих их некоторых свойств, – именно тех, которые в качестве аксиом положены в основание той или иной математической теории» [1].

Согласно Википедии «Прикладная математика – область математики, рассматривающая применение математических методов, алгоритмов в других областях науки и практики» [2].

Преподаваемый курс «Прикладная математика» разделен на модули, что позволяет среди прочих вопросов рассматривать построение математических моделей различного типа хозяйственных операций для выявления оптимальных решений, т.е. получения такого решения, которое обеспечивает операции максимальную эффективность. Под «эффективностью» операции разумеется мера ее успешности, степень ее приспособленности к достижению поставленной перед нею цели.

Для того чтобы сравнивать между собой по эффективности различные решения, необходимо располагать количественным критерием, показателем эффективности. Этот показатель выбирается так, чтобы он наилучшим образом отражал целевую направленность операции (его часто называют целевой функцией).

Очень часто в задачах, связанных с хозяйственной деятельностью предприятия, в качестве показателя эффективности фигурируют затраты на выполнение операции, которые нужно минимизировать. Например, если операция преследует цель изменить загрузку транспорта так, чтобы по возможности снизить себестоимость перевозки грузов, то в качестве показателя эффективности логично взять затраты на транспортировку и выбрать то решение, которое обратит этот показатель в минимум. Конечно, в реальных задачах выбор показателя эффективности достаточно сложен.

Для решения такого класса задач используется такая область прикладной математики, как линейное программирование. Линейное программирование – это математический численный метод для оптимизации моделей, в которых целевые функции и ограничения строго являются уравнениями линейной алгебры. Модель линейного программирования включает целевую функцию, ограничения в виде линейных уравнений или неравенств и требование неотрицательности переменных. Метод применим в логистике для оптимизации доставки грузов и технологических процессов [3].

Задачи по теме «Линейное программирование» в рамках курса «Прикладная математика» для выполнения лабораторных работ выдаются студентам по вариантам. При этом для преподавателя, ведущего занятия, индивидуальная работа со студентом на лабораторных занятиях не регламентируется, но на данную процедуру тратится много времени, при этом каждую работу студента приходится проверять неоднократно.

С учётом этого остро стоит вопрос об оптимизации времени контроля выполнения работ на контактных занятиях. Одна из возможных форм экономии – это использование средств автоматизации проверки результатов выполнения выданного преподавателем задания для проведения лабораторной работы.

Применительно к изучаемой предметной области – прикладной математике – можно рассматривать самый распространенный метод проверки ответа – открытое тестирование, т.е. сравнение ответа, найденного студентом, с заранее заданным ответом. Открытое тестирование легко автоматизируется, хотя и обладает рядом общеизвестных недостатков [4].

Для разработки программы автоматической проверки правильности решения задач студентами была использована интегрированная среда разработки Microsoft Visual Studio 2017 и язык СИ ++/ CLR – это вариант C++, который используется на платформе .NET. Эта платформа позволяет создавать программы, которые могут использовать другие CLR приложения, написанные на языках C++, C#, Visual Basic и ряде других. Внешний вид окна с фрагментом кода программы представлен на рис. 1.

Получаемый код будет однотипным с точностью до языка, а также легко адаптируемым к другим платформам и операционным системам. Эта среда позволяет использовать визуальные средства программирования, такие как Windows Form. Это удобно для решения частных

задач, так как Microsoft Visual Studio распространяется бесплатно при отсутствии коммерческого использования [5]. При создании приложения при помощи Windows Forms автоматически создается форма, на которую можно помещать элементы управления, используя Панель элементов. Также упрощена процедура создания кода для программирования реакции на действия пользователя, такие как щелчок мыши или нажатие клавиши. Когда пользователь выполняет действия со всей формой или хотя бы с одним из ее элементов управления, создается так называемое событие. Приложение откликается на это событие и производит их обработку при помощи кода.

В процессе создания исполняемой программы в локальном отладчике Windows была использована сборка Release для 64-битной операционной системы, что требует наличия Microsoft Tools C++ 2017 на рабочих компьютерах студентов для успешного запуска программы.

Основной целью разработанной программы является проверка ответов, полученных студентами в рамках учебного процесса по направлению подготовки «Технология транспортных процессов» при изучении темы «Линейное программирование» в рамках предмета «Прикладная математика».

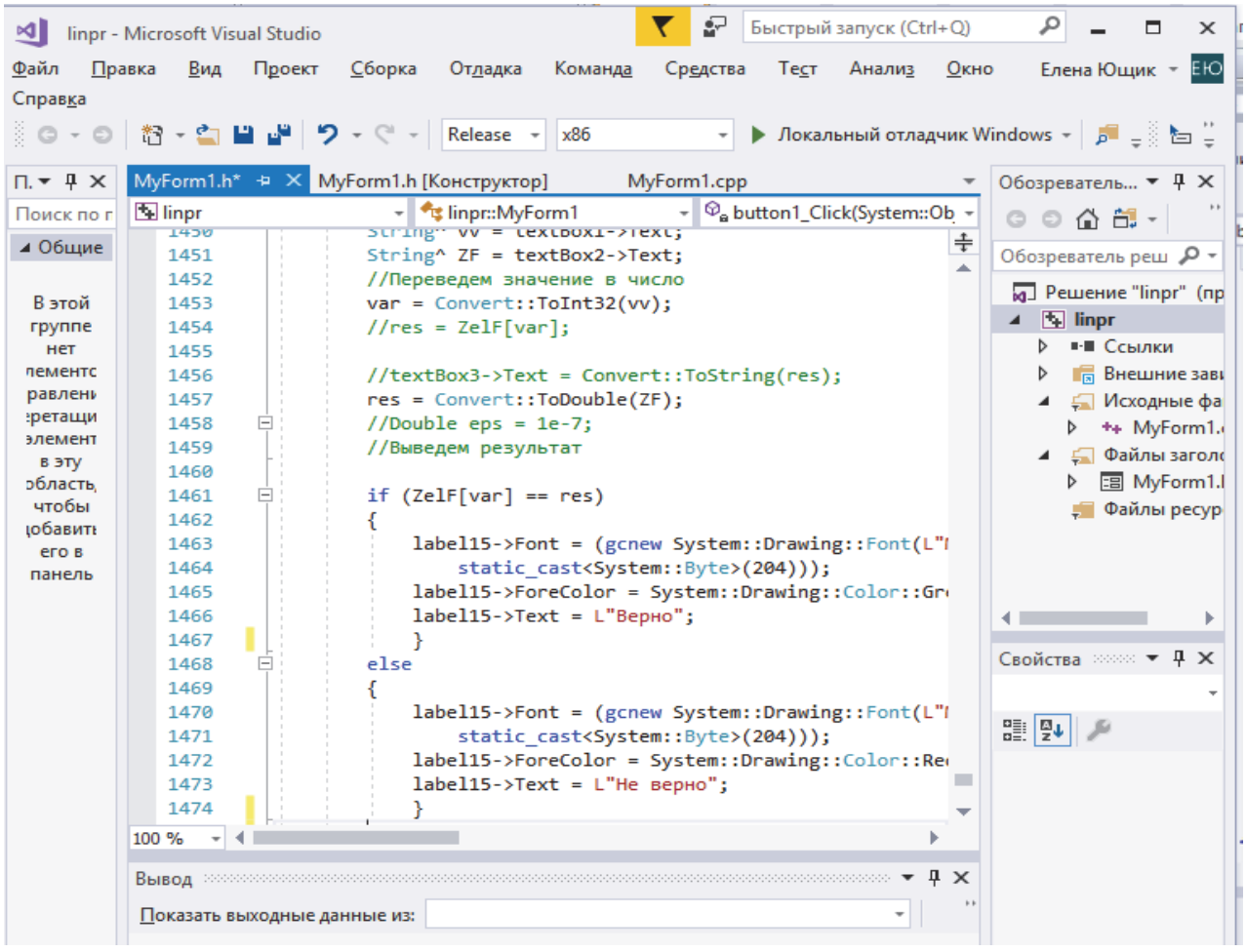


Рис. 1. Окно с фрагментом программы
Fig. 1. A window with a fragment of the program

Предлагается следующая технология работы студента на лабораторном занятии.

1. Проводится процедура получения задания, которое заключается в выборе из таблицы данных по четырем параметрам: Вид ресурса, Запас ресурса, Число единиц ресурсов и Выручка согласно своему варианту.

2. Осуществляется формулировка задания с записью в тетради математической модели полученной задачи линейного программирования.

3. Производится оформление таблицы на листе Excel в виде экранной формы, где определены места для ввода условий задачи: переменных, целевой функции, ограничений.

4. Проводится ввод исходных данных в экранную форму: коэффициентов целевой функции, при переменных в ограничениях, и значения правых частей линейных ограничений.

5. Вводятся зависимости из математической модели в экранную форму, т.е. формулы для расчета целевой функции, и зависимостей левых частей ограничений.

6. В Excel решается задача линейного программирования с использованием надстройки Поиск решения согласно лекционному материалу или с использованием методических указаний [6].

7. Осуществляется вызов программы linpr.exe, находящейся в общей сетевой папке. Окно программы после запуска представлено на рис. 2. Для надёжности в окне программы повторяется задание, которое выдавалось студенту.

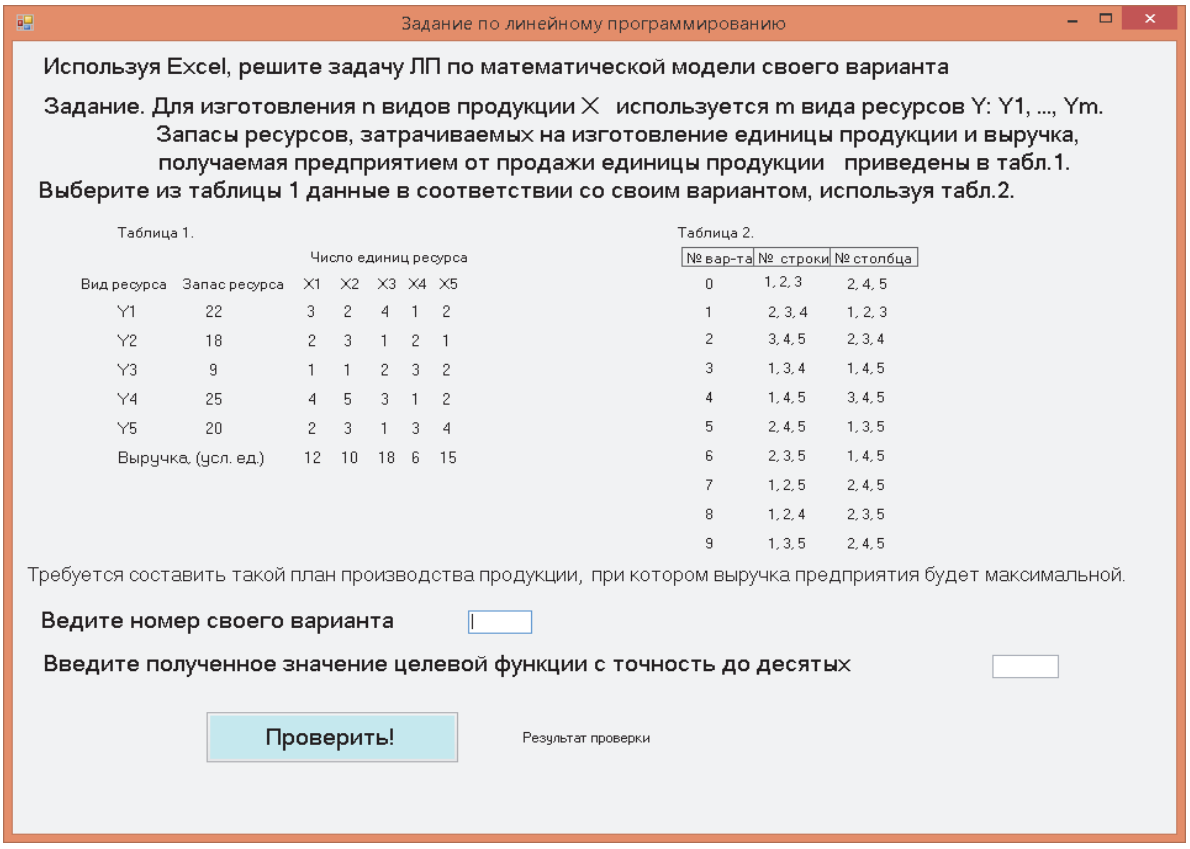


Рис. 2. Основное окно программы linpr
Fig. 2. The main window of the program linpr

8. Заполняются два поля окна программы типа TextBox, куда вводятся числа номера своего варианта и полученной в результате расчёта целевой функции (с точностью до десятых).

9. Щелкается кнопка Проверить. Если введенное значение целевой функции не совпадает с ответом, содержащимся в базе данных программы, то в поле результата будет отображено слово «Не верно», окрашенное красным цветом, как на рис. 3. Если введенное значение целевой функции совпадает с ответом, содержащимся в базе данных программы, то в поле результата будет отображено слово «Верно», окрашенное зелёным цветом, как на рис. 4.

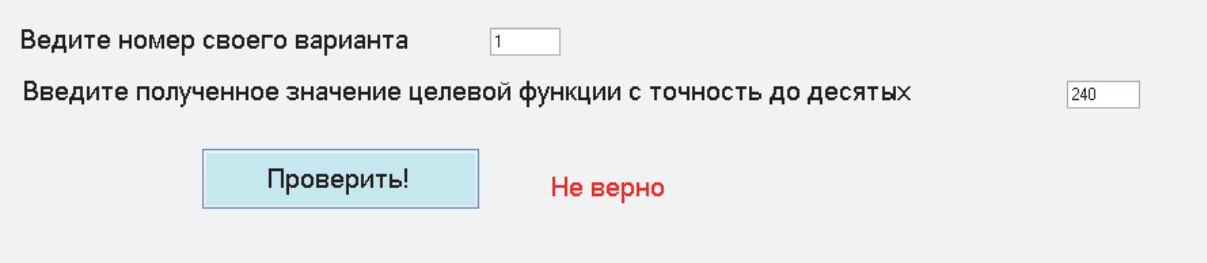


Рис. 3. Фрагмент окна программы с неверным результатом
Fig. 3. Fragment of the program window with an incorrect result

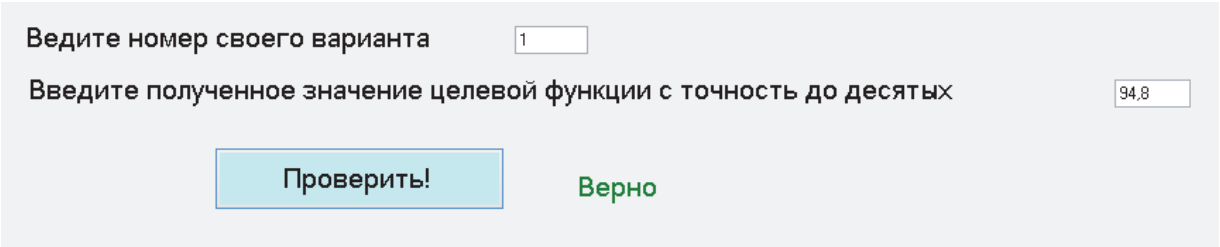


Рис. 4. Фрагмент окна программы с верным результатом
Fig. 4. Fragment of the program window with the correct result

И только после получения правильного ответа студент подходит к преподавателю, чтобы показать отчет о проделанной работе и защитить её. Необходимо отметить, что не всегда получается реализовать задуманное. Некоторые студенты после 10–15 попыток получить верное решение не могут самостоятельно выявить свою ошибку и начинают просить о помощи. В этом случае преподавателю приходится разбираться в том, что именно студент сделал неправильно.

Тем не менее использование программы сокращает количество подходов студентов к преподавателю, поскольку у них самих появляется возможность оценки результата своей работы.

При таком подходе плюсом является то, что происходит самостоятельная переработка материала, который в таком случае усваивается гораздо лучше. А это всегда повышает уровень и качество знаний.

Как показал опыт, студенты активно выполняют задания, задают вопросы не только преподавателю, но и друг другу, проявляется интерес к смежным темам знаний [7].

Происходит вовлечение студентов любого уровня математической подготовки в этот процесс, что позволяет повысить усвояемость и тем самым сэкономить время преподавателя на лабораторных занятиях. В дальнейшем планируется внедрение программы в ЭОС Дальрыбвтуза.

Таким образом, использование компьютеризации процесса обучения методам линейного программирования в рамках курса «Прикладная математика» студентами бакалавриата направления «Технология транспортных процессов» повышает качество подготовки специалистов, которые могут использовать математический аппарат при принятии решений в экономическом процессе организации перевозок на водном транспорте.

Список литературы

1. https://ru.wikipedia.org/wiki/Математика (Дата обращения: 30.04.2019).
2. https://ru.wikipedia.org/wiki/Прикладная_математика (Дата обращения: 30.04.2019).
3. https://cyclowiki.org/wiki/Линейное_программирование (Дата обращения: 30.04.2019).

4. Новиков Ф.А. Автоматическая проверка правильности решения задач // Преподавание информационных технологий в Российской Федерации: материалы XIV Всерос. конф. СПб.: СПбГУ, 2016. URL: http://it-education.ru/2016/section/234/96319/index.html (Дата обращения: 30.04.2019).

5. https://visualstudio.microsoft.com/ru/

6. Ющик Е.В. Прикладная математика: метод. указания и контрольная работа для студентов направления подготовки 23.03.01 «Технология транспортных процессов» профиль подготовки «Организация перевозок и управление на водном транспорте» заочной формы обучения. Владивосток: Дальрыбвтуз, 2015.

7. Ющик Е.В. Интерактивные методы обучения в подготовке бакалавров «Технология транспортных процессов» // Связь теории и практики научных исследований: материалы Междунар. науч.-практ. конф. 3 марта 2016. Саранск, 2016. С. 152–155.

Сведения об авторе: Ющик Елена Владимировна, кандидат технических наук, доцент, зав. кафедрой, e-mail: yuschikev@mail.ru.

СВЕДЕНИЯ О ЖУРНАЛЕ

Научный журнал «Научные труды Дальрыбвтуза» издается с 1996 года.

Тематика статей, публикуемых в журнале, соответствует следующим отраслям науки согласно рубрикатору специальностей ВАК:

- 03.01.04 – Биохимия
- 03.01.06 – Биотехнология (в том числе бионанотехнологии)
- 03.02.08 – Экология (по отраслям)
- 03.02.14 – Биологические ресурсы
- 05.18.04 – Технология мясных, молочных и рыбных продуктов и холодильных производств
- 05.18.07 – Биотехнология пищевых продуктов и биологических активных веществ
- 05.18.15 – Технология и товароведение пищевых продуктов и функционального и специализированного назначения и общественного питания
- 06.04.01 – Рыбное хозяйство и аквакультура
- 08.00.05 – Экономика и управление народным хозяйством (по отраслям и сферам деятельности)

В журнале публикуются научные статьи сотрудников и аспирантов ФГБОУ ВО «Дальрыбвтуз», а также ученых и преподавателей других учебных и научных организаций Российской Федерации.

В одном номере журнала может быть опубликовано не более двух статей одного автора, в том числе в соавторстве.

Статьи в научном журнале «Научные труды Дальрыбвтуза» публикуются бесплатно.

Материал, предлагаемый для публикации, должен соответствовать научным требованиям, быть интересным достаточно широкому кругу российской научной общественности, оригинальным, не опубликованным ранее в других печатных изданиях, написан в контексте современной научной литературы и содержать очевидный элемент создания нового знания.

При цитировании и копировании публикаций ссылка в журнал обязательна.

За точность воспроизведения имен, цитат, формул, цифр несет ответственность автор.

Редакция журнала в своей деятельности руководствуется положениями гл. 70 «Авторское право» Гражданского кодекса Российской Федерации и рекомендациями Международного комитета по публикационной этике (cope) – http://publicationethics.org/resources/ flowcharts.

ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ СТАТЬИ

Объем статьи (включая список литературы, таблицы и подрисуночные подписи) должен быть от 5 до 12 страниц; текст – в формате А4; наименование шрифта – Times New Roman; размер (кегель) шрифта – 12 пунктов; все поля должны быть 2 см, отступ (абзац) – 1 см, междустрочный интервал – одинарный.

Текст статьи набирать без принудительных переносов, слова внутри абзаца разделять только одним пробелом, не использовать пробелы для выравнивания. Следует избегать перегрузки статей большим количеством формул, дублирования одних и тех же результатов в таблицах и графиках.

Границы таблиц и рисунков должны соответствовать параметрам полей текста. Математические и химические формулы должны набираться одним объектом в редакторе формул Equation (MathType) или в Редакторе MS Word кеглем 12.

Формулы и уравнения печатаются с новой строки и нумеруются в круглых скобках в конце строки.

Рисунки должны быть представлены в формате *.jpg или *.tiff. Подрисуночная подпись должна состоять из номера и названия (Рис. 1. …). В тексте статьи обязательно должны быть ссылки на представленные рисунки. Графики, диаграммы и т.п. рекомендуется выполнять в программах MS Exel или MS Graph. Таблицы должны иметь заголовки и порядковые номера. В тексте статьи должны присутствовать ссылки на каждую таблицу.

В связи с тем, что электронные версии публикаций обрабатываются в специальных программах для размещения в различных электронных библиотечных системах, математические символы, формулы с надстрочными и подстрочными индексами и буквы греческого алфавита в заголовках статей, аннотациях и ключевых словах отображаются некорректно. Убедительная просьба избегать употребления таких символов в указанных частях публикации!

Статья должна включать следующие данные:

1. Индекс УДК (на первой странице в левом верхнем углу).

2. Инициалы и фамилии всех авторов, через запятую.

3. Полное название учреждения (место работы), город, почтовый адрес и индекс.

Если авторов несколько и они работают в разных учреждениях, возле названия каждого учреждения и фамилии автора ставится соответствующий надстрочный символ.

4. Над фамилиями авторов справа указывается один из следующих разделов журнала:

- Ихтиология. Экология.

- Промышленное рыболовство. Акустика.

- Судовые энергетические установки, устройства и системы, технические средства судовождения, электрооборудование судов.

- Технология и управление качеством пищевых продуктов.

- Технологическое и транспортное оборудование рыбохозяйственной отрасли.

- Биохимия и биотехнология.

- Рыбное хозяйство и аквакультура.

- Экономика рыбохозяйственной отрасли.

5. Заголовок. Название статьи должно быть кратким (не более 10 слов). Заголовок набирают полужирными прописными буквами. В заглавии не допускается употребление сокращений, кроме общепризнанных.

6. Аннотацию (не менее 150–250 слов) набирают курсивом.

7. Ключевые слова (10–12).

8. Текст статьи обязательно должен содержать следующие разделы (возможно выделение данных разделов в тексте):

Введение
Объекты и методы исследований
Результаты и их обсуждение
Выводы

9. Список литературы оформляется согласно ГОСТ 7.0.5-2008 «Библиографическая ссылка». Список литературы составляется в порядке цитирования работ в тексте в квадратных скобках [1, 2, 3].

На английском языке необходимо предоставить следующую информацию (после ключевых слов на русском языке):

- инициалы и фамилии авторов;
- заглавие статьи;
- текст аннотации;
- ключевые слова (Key words);
- подписи к рисункам и названия таблиц (приводятся в тексте по смыслу).

Сведения об авторах приводятся в конце статьи (после списка литературы) и включают: Фамилию, имя, отчество (полностью), научную степень, звание, должность, e-mail.

В редакцию предоставляются:

1. Электронная версия статьи в программе MS Word 7–10 на флэш-носителе или отправляется на электронный адрес редакции (nauch-tr@dgtru.ru). Файл статьи следует назвать по фамилии первого автора – Петров А.А.doc.

2. Распечатанный экземпляр статьи, строго соответствующий электронной версии.

3. Сопроводительное письмо на имя главного редактора научного журнала на бланке направляющей организации о возможности опубликовать научную статью в журнале, с подписью руководителя учреждения (заверенной печатью), в котором выполнена работа, или его заместителя (сотрудникам Дальрыбвтуза сопроводительное письмо не требуется).

4. Экспертное заключение о возможности публикации статьи в открытой печати с гербовой печатью организации.

Пример оформления статьи

УДК 123

Ихтиология. Экология

А.А. Иванов[1], И.Б. Петров[2]

[1] Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,
690087, г. Владивосток, ул. Луговая, 52б
[2] Тихоокеанский научно-исследовательский рыбохозяйственный центр,
690091, г. Владивосток, пер. Шевченко, 4.

НАЗВАНИЕ СТАТЬИ

Аннотация.
***Ключевые слова*:** *гидробионты.*

Данные на английском языке**.**

Текст статьи (по ширине страницы).

Список литературы

Сведения об авторах: Иванов Александр Александрович, кандидат технических наук, доцент, e-mail: ivanovaa@mail.ru;

Петров Игорь Борисович, кандидат биологических наук, профессор, научный сотрудник, e-mail: petrov@mail.ru.

Адрес: Россия, 690087, г. Владивосток, ул. Луговая, 52б
Тел.: (423) 244-21-91, e-mail: nauch-tr@dgtru.ru
сайт: http://nauch-tr.dgtru.ru

Научное издание

НАУЧНЫЕ ТРУДЫ ДАЛЬРЫБВТУЗА

Научный журнал

№ 2 2019
Том 48

Учредитель и издатель: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет»
Адрес: Россия, 690087, г. Владивосток, ул. Луговая, 52б; e-mail: nauch-tr@dgtru.ru

Главный редактор – Н.Н. Ковалев, доктор биологических наук

Журнал зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций
Свидетельство о регистрации
ПИ № ФС77-72402 от 05.03.2018

Подписной индекс 64553
(каталог агентства «Роспечать»)

Издание не подлежит маркировке в соответствии с гл. 3, ст. 11, п. 4 ФЗ № 436-ФЗ «О защите детей от информации, причиняющей вред их здоровью и развитию»

Ответственный секретарь Т.В. Ломакина
Технический редактор И.Н. Горланова
Макет, обложка О.В. Нечипорук

Подписано в печать 20.06.2019. Дата выхода в свет 00.00.2019.
Формат 60х84/8. Усл. печ. л. 8,83. Уч.-изд. л. 8,65.
Заказ 0739. Тираж 100 экз. Цена свободная.

Отпечатано с оригинал-макета, подготовленного Издательско-полиграфическим комплексом Дальневосточного государственного технического рыбохозяйственного университета
690087, г. Владивосток, ул. Луговая, 52б

Отпечатано в ООО «Типография «Африка»
690105, г. Владивосток, ул. Русская, 94А
e-mail: info@africa-print.ru