

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

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

*II Всероссийская научно-практическая конференция  
(15–18 марта 2011 г.)*

Издательство



КамчатГТУ

Петропавловск-Камчатский  
2011

УДК 504  
ББК 20.1  
П77

Ответственный за выпуск

*Н.Г. Клочкова,*  
доктор биологических наук

П77

**Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промысловое и техни-**  
ческое использование. II Всероссийская научно-практическая конференция (15–18 марта  
2011 г.) / Отв. за вып. Н.Г. Клочкова. – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2011. –  
282 с.

ISBN 978–5–328–00237–0

В сборнике представлены доклады по проблемам и перспективам развития региона, выне-  
сенные на обсуждение II Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспиран-  
тов и молодых ученых «Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промысловое и  
техническое использование» 15–18 марта 2011 г., которая подготовлена Камчатским государст-  
венным техническим университетом.

Сборник материалов опубликован в авторской редакции.

УДК 504  
ББК 20.1

ISBN 978–5–328–00237–0

© КамчатГТУ, 2011  
© Авторы, 2011

## Содержание

### ПЛЕНАРНЫЕ ДОКЛАДЫ

<b>Дьяков Ю.П., Карпенко В.И., Шевляков Е.А.</b> Современное состояние и эксплуатация водных биологических ресурсов Камчатки .....	8
<b>Балыкин П.А., Пономарева Е.Н., Карпенко В.И.</b> Рыболовство и рыбоводство России – стагнация или развитие? .....	19

### Секция 1. ТЕХНИЧЕСКАЯ ЭКСПЛУАТАЦИЯ СУДОВЫХ УСТРОЙСТВ И СИСТЕМ

<b>Агеев В.А.</b> Обеспечение надежной работы судовой энергетической установки с помощью диагностирования технического состояния топливной аппаратуры дизеля .....	27
<b>Балыкова Л.И., Иодис В.А., Галкин К.В.</b> Экспериментальное определение основных параметров криогенного замораживания мидии тихоокеанской .....	32
<b>Балыкова Л.И., Смирнов М.А.</b> Использование криоагентов в технологиях переработки гидробионтов .....	35
<b>Белавина О.А., Швецов В.А., Шунькин Д.В.</b> Совершенствование электропривода для вибрационных измельчителей ИВ-2, ИВ-4 .....	38
<b>Белаш А.П., Абдрашитов А.Г.</b> Безопасность плавания при входе в реки и выходе из них .....	39
<b>Ильинский Ю.Ю., Федюк Р.С.</b> Энергоэффективное здание как критерий оценки мастерства архитектора и инженера .....	43
<b>Кристалович Л.В., Портнягин Н.Н.</b> Алгоритм системы автоматического определения исходных данных в графической среде AutoCAD при проектировании систем пожаротушения .....	44
<b>Лиходедов А.Д., Портнягин Н.Н.</b> Применение модальных регуляторов в промышленных объектах водоснабжения .....	47
<b>Лосева О.В.</b> Проблемы обеспечения безопасности мореплавания .....	53
<b>Ляндзберг Р.А.</b> Выбор стратегии развития энергетики для Камчатки .....	56
<b>Ляндзберг А.Р.</b> Обзор исследований теплообмена при конденсации .....	58
<b>Муталибов З.А., Федюк Р.С.</b> Перспективы применения нетрадиционных возобновляемых источников энергии для целей электроснабжения .....	63
<b>Опрышко Б.А., Швецов В.А., Шунькин Д.В.</b> Обоснование необходимости разработки нового типа электроуровнемера для измерения динамического и статического уровней воды в скважинах .....	65
<b>Пахомова В.В., Швецов В.А., Белавина О.А., Шунькин Д.В., Адельшина Н.В.</b> Разработка и внедрение энергосберегающей технологии обжига сульфидных золотосодержащих руд .....	66
<b>Портнягин Н.Н., Труднев С.Ю.</b> Разработка и исследование виртуальных моделей применения дополнительных источников питания в судовой электроэнергетической системе .....	68
<b>Портнягин Н.Н., Ушакевич А.А., Марченко А.А.</b> Разработка методов технического диагностирования асинхронного двигателя .....	70

<b>Примаков А.С., Родимов Н.В., Швецов В.А.</b>	
Анализ современного состояния электрохимической активации воды, проблемы и перспективы ее развития в КамчатГТУ .....	73
<b>Сичкарёв В.И.</b>	
Измерение параметров волнения ортогонально-линеечным волномером для повышения точности решения задач плавания на волнении .....	74
<b>Устюжанин С.В.</b>	
Датчик реактивной мощности .....	77
<b>Федюк Р.С., Мочалов А.В.</b>	
Энергетические возможности наружного климата для теплоснабжения зданий .....	78

## **Секция 2. ТЕХНОЛОГИЯ И ТЕХНИКА ГЛУБОКОЙ ПЕРЕРАБОТКИ ГИДРОБИОНТОВ**

<b>Беляева Е.Д.</b>	
Опыт современного использования альгинатов в медицине, косметике и пищевой промышленности .....	80
<b>Благодравова М.В., Андреева Э.А., Вавилова О.В., Сафонов А.Е., Шаповалова А.А.</b>	
Буферность мяса как показатель степени созревания малосоленых гольцов .....	83
<b>Благодравова М.В., Шелевая А.В.</b>	
Органолептическая оценка качества горбуши низкотемпературного посола .....	86
<b>Боева Н.П., Мосейчук А.Г.</b>	
Изучение показателей качества и безопасности белкового кормового продукта из отходов переработки лососевых видов рыб .....	88
<b>Гаврилин В.М., Тайнов М., Заляева Г.О.</b>	
Определение размера калибрующей щели рыбообделочной машины графическим и аналитическим способом .....	92
<b>Жуков А.В.</b>	
Совершенствование технологии производства кальмара мороженого с применением жидкого и газообразного диоксида углерода .....	98
<b>Ильченко М.М., Боева Н.П., Сергиенко Е.В.</b>	
Черноморская и азовская хамса как сырье для получения кормовых белковых продуктов .....	101
<b>Корниенко Н.Л., Бредихина О.В., Черкасова Л.Г.</b>	
Разработка технологии комбинированных продуктов на основе сырья животного происхождения и композиций из водорослей .....	103
<b>Кравцов В.В., Черных И.В., Заляева Г.О.</b>	
Расчет машины для посола и массирования мяса марки СКАНИО .....	104
<b>Круглова К., Лебедева А.П., Лебедев М.Д.</b>	
Программное обеспечение систем автоматизированного проектирования .....	108
<b>Кузьмина И.В., Попова О.О.</b>	
Определение бактериальной обсемененности рыбного фарша .....	110
<b>Кузьмичев Ю.В.</b>	
Современные проблемы сохранения качества икры .....	113
<b>Кучумова Е.С., Шиганков А.Е.</b>	
Перспективные способы обеспечения качества рыбы горячего копчения .....	117
<b>Попова О.О., Кузьмина И.В.</b>	
Определение бактериальной обсемененности рыбных бульонов в процессе их хранения .....	119

<b>Походина М.А., Ефимов А.А.</b> Подбор оптимальных режимов экстракции жиро- и водорастворимых пигментов синезеленых водорослей .....	122
<b>Пустовалова Е.М.</b> Регулирование структуры рыбного фарша из тихоокеанских лососей с нерестовыми изменениями .....	129
<b>Пысина К.В., Кузьмичев Ю.В.</b> Анализ способов обработки икры лососевых, обеспечивающих снижение механических повреждений зерна .....	131
<b>Салтанов Д.М.</b> Технология рациональной переработки гидробионтов с целью получения формованных рыбных продуктов .....	135
<b>Салтанова Н.С., Гаунова О.А., Шарапова А.А., Теплюк К.В., Ивандюкова А.С.</b> Исследование свойств рыбных бульонов .....	138
<b>Салтанова Н.С., Попова О.О., Гаунова О.А.</b> Технология соусов на основе рыбных бульонов .....	139
<b>Салтанова Н.С., Пысина К.В., Яблочкина Е.К., Илюшина К.И., Кузьмина И.В.</b> Технология чипсов на основе сурими .....	141
<b>Салтанова Н.С., Шульгина А.Г., Кузьмина И.В., Коноваленко А.С., Малиновская У.В.</b> Обоснование технологии белкового творога на основе сурими .....	143
<b>Соломко Е.Н.</b> Исследование влияния хлорида калия на изменение химических и структурно-механических показателей сельди .....	145
<b>Чмыхалова В.Б., Стрелкова Е.Е., Пьянкова А.Н.</b> Использование бурых водорослей и продуктов их переработки .....	147
<b>Чумичев В.Г., Миронюков К.О., Лебедева А.П.</b> Расчет процесса копчения с использованием автоматизированного построения I – d диаграмм .....	149
<b>Шульгина А.Г.</b> Перспективные способы обеспечения качества рыбных пресервов в масле .....	154
<b>Якушева И.А., Ефимов А.А., Ефимова М.В.</b> Исследование химического состава бурых водорослей Камчатки .....	157
<b>Якушева И.А., Ефимов А.А., Ефимова М.В.</b> Исследование пигментного состава отдельных представителей бурых и красных водорослей Камчатки .....	163

### Секция 3. ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ И ИХ ОХРАНА

<b>Антонов Н.П., Кузнецова Е.Н.</b> К вопросу о совершенствовании регулирования изъятия водных биоресурсов .....	169
<b>Бонк А.А., Бочкова Е.В., Гаврюсева Т.В., Жукова Л.А., Овчаренко Л.В., Рудакова С.Л.</b> Результаты наблюдений за состоянием здоровья тихоокеанской сельди ( <i>Clupea pallasii</i> val.) корфо-карагинской популяции в 2010 г. ....	171
<b>Введенская Т.Л., Михайлова Т.Р.</b> Экологическое состояние рек, протекающих по территории городов Петропавловск-Камчатский и Елизово (Камчатка) .....	176

<b>Введенская Т.Л., Погорелова Д.П.</b> Зообентос реки Половинка (бассейн реки Авача) .....	181
<b>Григорьев В.Г.</b> Обзор и перспективы промысла трубачей в Притауйском районе .....	185
<b>Ивашкевич Г.В., Буклов А.А.</b> К вопросу сохранения культуры коренного оседлого населения Камчатки .....	187
<b>Лозовой А.П., Овчеренко С.А., Вахраков В.Г.</b> Некоторые аспекты наблюдений за гидрологией, видовым биоразнообразием и возрастной структурой на реке Коль в августе 2010 года .....	190
<b>Лосенкова К.В., Седова Н.А.</b> Весеннее распределение эвфаузиид ( <i>Crustacea: Euphausiacea</i> ) вблизи побережья Камчатки .....	192
<b>Минлиятова С.П.</b> Питание молоди минтая <i>Theragra chalcogramma</i> и трески <i>Gadus macrocephalus</i> в Авачинском заливе в ноябре 2010 г. ....	194
<b>Метелёв Е.А.</b> К вопросу о возобновлении промышленного лова равношипного краба на акватории банки Кашеварова северной части Охотского моря .....	195
<b>Калинина М.В., Викторовская Г.И.</b> Сроки размножения анадарты Броутона в заливе Петра Великого (Японское море) .....	198
<b>Пономарева К.А.</b> Численность и распределение <i>Neocalanus cristatus</i> ( <i>Copepoda, Calanoida</i> ) в прикамчатских водах весной 2001, 2002, 2009 гг. ....	202
<b>Попова Т.А.</b> Состояние запасов чавычи <i>Oncorhynchus tshawytscha</i> ( <i>Walbaum</i> ) в р. Большая в современный период .....	203
<b>Прикоки О.В., Вакатов А.В., Смирнов А.А.</b> Перспективы промысла минтая в прибрежных водах Магаданской области .....	206
<b>Смирнов А.А.</b> История промысла и современный ресурсный потенциал гижигинско-камчатской сельди .....	208
<b>Орлов А.М., Токранов А.М., Тарасюк С.Н.</b> Новые данные по биологии четырех видов камбал в тихоокеанских водах северных Курильских островов и юго-восточной Камчатки .....	210
<b>Федотова Е.А.</b> Биологическое состояние балтийской сельди ( <i>Clupea harengus membras</i> L.) в прибрежной части Балтийского моря в зоне Литвы весной 2010 г. ....	214
<b>Щеголькова В., Махмутова Е.</b> Изменение длины и массы тела рыб при хранении в спирте и формалине .....	217

#### Секция 4. ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ, СОСТОЯНИЕ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ

<b>Горбачева Е.А.</b> Исследование загрязнения донных отложений Баренцева моря методом биотестирования .....	219
<b>Драганов Д.М., Новиков М.А.</b> Электронная реляционная база данных по загрязнению Баренцева моря: структура и содержание .....	223

<b>Жилин А.Ю., Киреева Л.И., Багрянцева У.П., Драганов Д.М., Литовская А.М.</b>	
Оценка состояния загрязнения углеводородами водных масс Баренцева моря в районах рыбного промысла .....	226
<b>Жильцова Л.В., Кулепанов В.Н.</b>	
Природный потенциал агарового сырья в Приморье и проблемы его использования .....	231
<b>Крехнов Д.Д.</b>	
Анализ использования тихоокеанской трески <i>Gradus Macrocephalus</i> прикамчатских вод .....	233
<b>Кузьмина М.В.</b>	
Заболевания, вызванные загрязнением воздуха у жителей г. Петропавловска-Камчатского .....	237
<b>Куплинова А.В.</b>	
Закладка, развитие и созревание спорозной ткани у <i>Saccharina bongardiana</i> ( <i>Phaeophyta, Laminariales</i> ) в период осеннего пика размножения у юго-восточной Камчатки .....	240
<b>Литовская А.М., Жилин А.Ю., Киреева Л.И., Багрянцева У.П.</b>	
Углеводороды в донных осадках Баренцева моря вдоль планируемой трассы трубопровода Штокмановское ГКМ – Восточный Мурман .....	244
<b>Моргулев А.И.</b>	
Изучение возможности улучшения экологии Петропавловска-Камчатского .....	247
<b>Никифоров М.Т., Никифорова Г.Е., Варцева Е.В.</b>	
Повышение качества подготовки подземных вод, содержащих железо и марганец .....	250
<b>Ольховик А.В.</b>	
Восстановление зарослей макрофитобентоса в эстуарии реки суходол (Уссурийский залив, Японское море) после зимнего ледостава .....	254
<b>Плотицына Н.Ф., Жилин А.Ю.</b>	
Характеристика состояния загрязнения элементов экосистемы Баренцева моря в 2010 г. ....	258
<b>Ромейко Л.В., Полупанова Т.С.</b>	
Платность как одна из составляющих механизма управления природопользованием и ее недостатки .....	263
<b>Сёмина А.А.</b>	
Использование представителей рода <i>Porphyra</i> ( <i>Rodophyta, Bangiales</i> ) и задачи её изучения в прикамчатских водах .....	265
<b>Соколов А.В.</b>	
Влияние опиоидных олигопептидов на выживаемость молоди калуги <i>Huso dauricus</i> ( <i>Georgi</i> ) в процессе искусственного воспроизводства .....	268
<b>Соколов Г.В., Березовская В.А.</b>	
Экологические аспекты обращения с отходами в ресурсосбережении Камчатского края .....	272
<b>Старцев А.В., Лозовой А.А., Савицкая С.С., Куцин Д.Н.</b>	
Промысел частичковых рыб в дельте Волги .....	276

## ПЛЕНАРНЫЕ ДОКЛАДЫ

УДК 639.2.053.7

### СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ЭКСПЛУАТАЦИЯ ВОДНЫХ БИОЛОГИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ КАМЧАТКИ

*Ю.П. Дьяков, В.И. Карпенко, Е.А. Шевляков (КамчатНИРО)*

*Дана характеристика динамики биомассы промысловых гидробионтов Камчатки в течение десятилетнего периода – с 2001 по 2010 гг. Сделана оценка величины суммарной промысловой биомассы, а также биомассы отдельных объектов промысла в промысловых районах акватории, прилегающей к Камчатскому краю. Изложены результаты анализа эксплуатации водных биологических ресурсов, сосредоточенных в водах Камчатского полуострова.*

Северо-западная часть Тихого океана (61 район ФАО) в течение длительного периода занимает лидирующее положение в общем вылове гидробионтов в Мировом океане. В последнее десятилетие ежегодная добыча гидробионтов стабилизировалась на уровне 19,5-20,5 млн т, что составляет более 1/5 всего мирового морского вылова. Кроме того, этот район занимает лидирующее положение в искусственном воспроизводстве гидробионтов на Земле, давая более 85% продукции аквакультуры (ФАО, 2007). Значительная часть водных биологических ресурсов этого региона дают Дальневосточные моря и прилегающая часть Тихого океана, где основным добытчиком является Российская Федерация, которая в последние годы наращивает здесь вылов рыб и других гидробионтов Мирового океана (Бочаров, 2010).

В водах, прилегающих к полуострову Камчатка и его внутренних водоемах, в настоящее время воспроизводится значительное число гидробионтов, промысел которых дает более 50% общей добычи рыбопромыслового флота российского Дальнего Востока (Науменко, 2009). Из 628 единиц запаса рыб и других гидробионтов дальневосточного бассейна (Бочаров, 2010) более 120 находятся под контролем КамчатНИРО, причем некоторые из них имеют ведущее значение как по объему вылова, так по стоимости сырья и продукции на мировом и внутреннем рынке. К таким наиболее ценным промысловым объектам относятся: минтай, треска, камбалы, палтусы, окуни, три вида тихоокеанских лососей – нерка, кижуч и чавыча, а также крабы – камчатский, синий и крабы-стригуны и др. В том числе два главных промысловых объекта этого региона – минтай и тихоокеанские лососи, находятся на подъеме численности и их добыча растет. Причем в списке видов общего мирового вылова в настоящее время минтай находится на 2-м месте, а горбуша на 20-м (ФАО, 2007).

Периодически исследователи производят оценку состояния биоресурсов, как отдельных дальневосточных морей, так и всего дальневосточного региона в целом. В 2003 г. вышел коллективный труд сотрудников КамчатНИРО под редакцией д.б.н. Н.И. Науменко: «Состояние биологических ресурсов северо-западной Пацифики» (2003). В этой работе отражены результаты исследований динамики запасов и вылова морских и анадромных рыб, промысловых беспозвоночных и морских млекопитающих за период 1991–2001 гг.

С тех пор прошло десять лет, и вполне назрела необходимость провести анализ динамики биологических ресурсов прикамчатских вод, а также степени их промысловой эксплуатации в первом десятилетии 21 века. В истекшем десятилетии появился ряд публикаций, касающийся состояния запасов и промысла гидробионтов в отдельных районах дальневосточных морей (Датский, Андронов, 2007; Балыкин, 2006; Карпенко, Балыкин, 2006; Василец, Терентьев, 2008; Науменко, 2009; Бочаров, 2010; Шунтов и др., 2010 и др.). Тем не менее, подобный анализ текущего состояния запасов рыб и других гидробионтов необходимо продолжить, не только с целью рационального использования имеющихся ресурсов, но и для перспектив развития рыбной промышленности регионов Дальнего Востока.

Настоящее сообщение посвящено анализу состояния водных биологических ресурсов Камчатки и прилежащих вод в начале 21 века, их эксплуатации и перспективам дальнейшего освоения. Основной нашей задачей было показать общую динамику водных биологических ресурсов Камчатки, динамику важнейших их компонентов, структуру промысловых запасов гидробионтов в отдельных промысловых районах Камчатки, а также особенности их использования в последнее десятилетие – с 2001 по 2010 гг.

#### **Материал и методика**

В границах Камчатского края морская акватория разделена на пять промысловых статистических районов, к которым относятся Западно-Берингоморская зона и 4 подзоны: Карагин-



ская, Петропавловско-Командорская, Камчатско-Курильская и Западно-Камчатская (рис. 1).

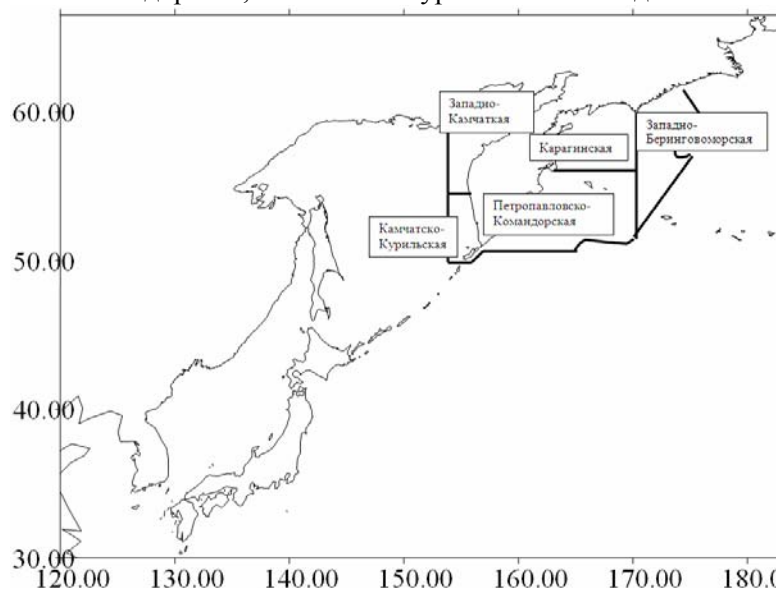


Рис. 1. Акватория промысловых районов, прилегающих к Камчатскому краю

Говоря об оценке состояния промысловых запасов каких-либо объектов в отдельных промысловых районах, необходимо иметь в виду, что биомассы большинства промысловых видов не являются постоянными, а могут существенно изменяться во времени и пространстве, как за счет динамики воспроизводства, так и за счет миграций. Поэтому, под запасом объекта промысла в конкретном районе мы подразумеваем ту биомассу, которая, с учетом ее изменения, положена в основу расчета рекомендованного изъятия этого объекта именно в данном районе через определенное время (период прогноза). Термин «промысловый запас» (или «промысловая биомасса») означает, что он состоит из особей, разрешенных к вылову Правилами рыболовства. Данные по величине промысловых запасов гидробионтов взяты из «Прогнозов общего вылова гидробионтов по дальневосточному рыбохозяйственному бассейну...» (2000 – 2010 гг.).

Анализ промысла отдельных гидробионтов основан на материалах информационной системы «Рыболовство» с 2001 по 2010 гг.

### Результаты

#### Динамика и состав водных биологических ресурсов Камчатки

Суммарная промысловая биомасса гидробионтов Камчатки за последнее десятилетие претерпела существенные изменения. В целом, по всем районам, она увеличилась с 6,6 млн т в 2001 г. до 11,5 млн т в 2010 г. (рис. 2). Основу – более 90% составляла биомасса морских рыб, за счет которых и происходил рост биоресурсов. Необходимо отметить, что росла не только абсолютная биомасса морских рыб, но и их доля в суммарном запасе, увеличиваясь с 90,5% в 2001 г. до 93,9% в 2008 г. Средняя за десятилетие доля анадромных рыб в общей биомассе гидробионтов была равна 2,3%, а беспозвоночных – 4,9%.

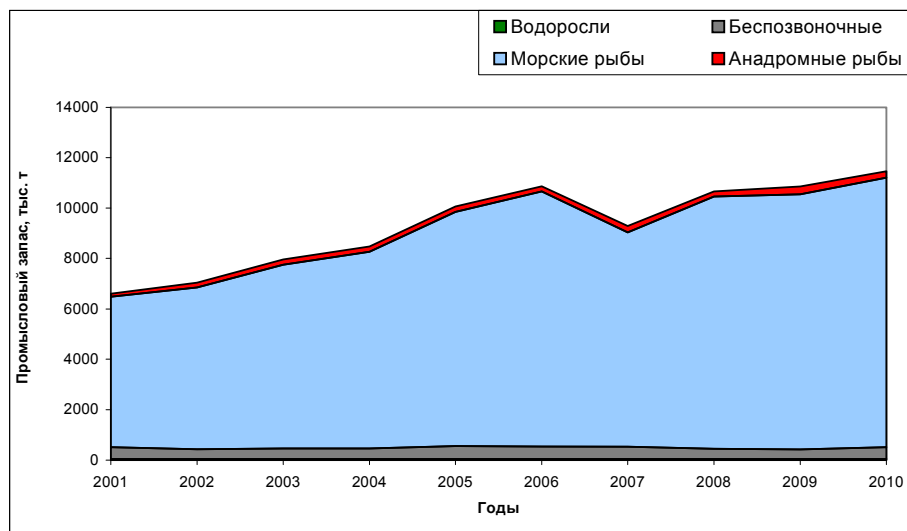


Рис. 2. Динамика промысловой биомассы (тыс. т) водных биоресурсов Камчатки

Рассмотрим динамику и состав ресурсов основных групп гидробионтов.

Запасы морских рыб выросли с 6,0 млн т в 2001 г. до 10,7 млн т в 2010 г. (рис. 3). Основную роль в составе промысловых гидробионтов играл минтай, доля которого увеличивалась с 50,5% в 2001 г. до 74,3% в 2006 г., затем снизилась до 68,5% в 2007 г. и вновь возросла до 73,7% в 2010 г.

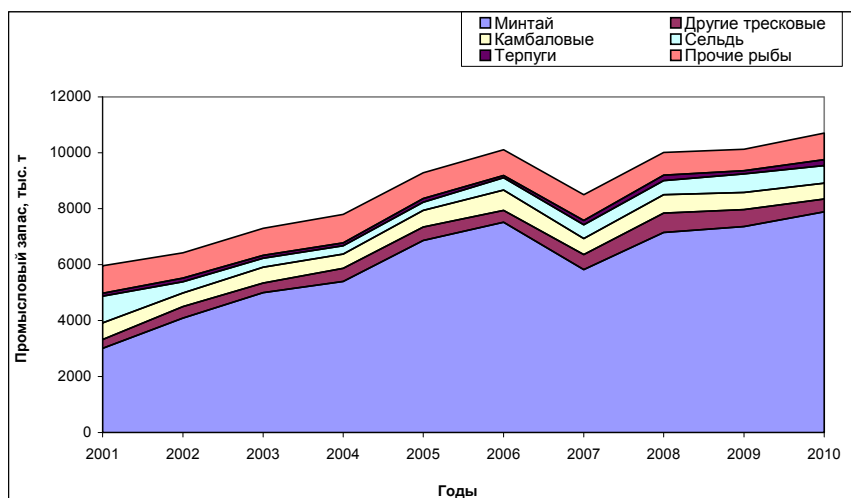


Рис. 3. Динамика промысловой биомассы (тыс. т) морских рыб в водах Камчатки

Средняя биомасса минтая в водах Камчатки за истекшее десятилетие составила 6,0 млн т. Аналогичный показатель для других тресковых рыб (суммарно треска и навага) был лишь 474,9 тыс. т, для камбаловых – 587,7 тыс. т, сельди – 501,2 тыс. т, и терпугов – 132,4 тыс. т. Промысловая биомасса других видов, куда входят морские окуни и шипощеки, мойва, корюшки, угольная, макрурус, бычки и скаты изменялась от 763,7 тыс. т до 1,0 млн т, на среднем уровне – 915,6 тыс. т.

Суммарная промысловая биомасса анадромных рыб в 2001 – 2010 гг. изменялась от 117,7 тыс. т в 2001 г. до 303,0 тыс. т в 2009 г. (рис. 4). В 2010 г. она снизилась, составив, по нашим оценкам, 248,8 тыс. т.

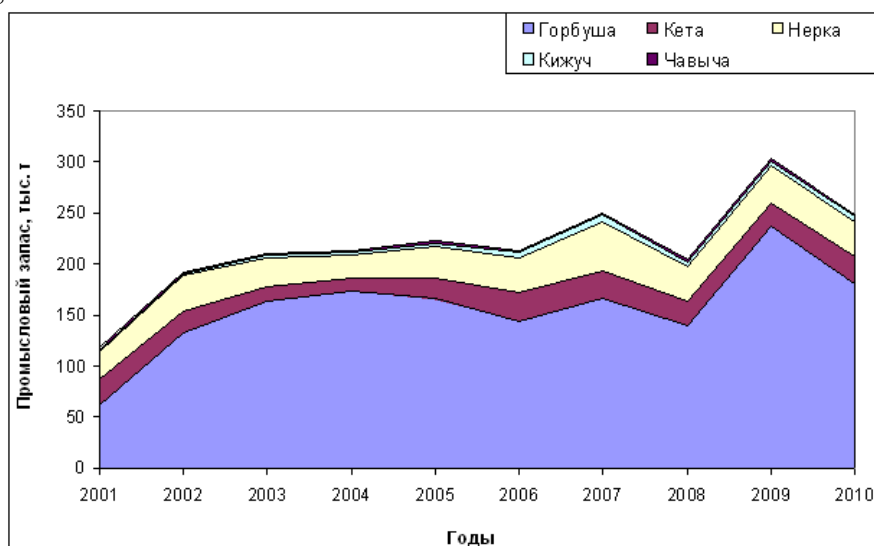


Рис. 4. Динамика промысловой биомассы (тыс. т) анадромных рыб Камчатки

Характер динамики ресурсов тихоокеанских лососей определялся, главным образом, горбушей. Так, ее доля увеличилась с 52% в 2001 г. до 81,5% в 2004 г., затем снизилась до 66,6% в 2007 г. и вновь выросла до 78,2% в 2009 г. Средний за десятилетие промысловый запас горбуши оказался равным 156,4 тыс. т, кеты – 22,4 тыс. т, нерки – 33,1 тыс. т, кижуча – 3,7 тыс. т и чавычи – 1,8 тыс. т.

В группе промысловых беспозвоночных, в целом, не наблюдается определенных тенденций в динамике запасов. Уровень их суммарной промысловой биомассы в прошедшем десятилетии

изменялся волнообразно, достигнув максимума в 514,3 тыс. т в 2005 г. (рис. 5). Характер динамики ресурсов беспозвоночных определялся, в первую очередь, изменчивостью запасов ракообразных – различных видов крабов и креветок. Ракообразные вносили и наибольший вклад в суммарную биомассу. Их доля здесь колебалась от 41,2% в 2010 г. до 59,4% в 2005 г. Однако в последние годы их запасы снизились с 305,3 тыс. т до 191,2 тыс. т, главным образом, за счет креветок. Средняя промысловая биомасса крабов в течение рассматриваемого периода составила 127,9 тыс. т, креветок – 101,7 тыс. т, кальмаров и других моллюсков, соответственно, 104,1 и 32,4 тыс. т, иглокожих – 78,0 тыс. т.

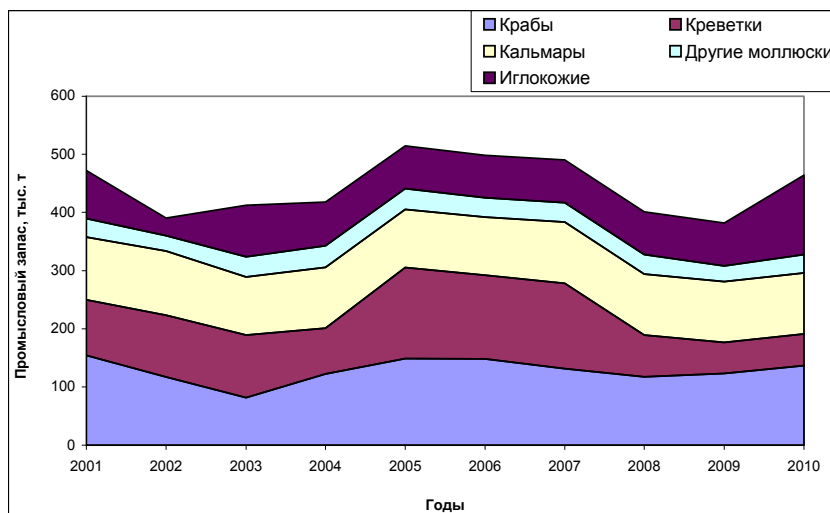


Рис. 5. Динамика промысловой биомассы беспозвоночных в водах Камчатки

Рассматривая межгодовую изменчивость промысловых ресурсов отдельных районов акватории, прилегающей к Камчатке, можно видеть следующее.

Практически в течение всего десятилетнего периода, кроме 2010 г., наибольшие запасы гидробионтов были сосредоточены в Западно-Беринговоморской зоне (рис. 6). С 2001 по 2005 гг. наблюдался заметный рост водных биоресурсов в этом районе, после чего началось постепенное их снижение. Средняя их биомасса в указанный период здесь была равна 3,5 млн т или 37,2% от общей для всех районов (рис. 7).

Второй по значимости, в этом отношении, была Западно-Камчатская подзона. В этом районе в первой половине периода 2010-х годов наблюдалось стабильное состояние запасов, затем резкий подъем в 2005 – 2006 гг., после чего последовало снижение и, затем – постепенный рост. Средняя биомасса гидробионтов составила 2,2 млн т, а его доля – 23,7%.

Камчатско-Курильская подзона характеризуется относительно постоянным ростом биоресурсов, начиная с 2005 г. Уровень запасов в 2010 г. здесь оказался самым высоким среди других районов, а его средняя доля за десятилетие равна 20,4%. В среднем он составлял 1,9 млн т.

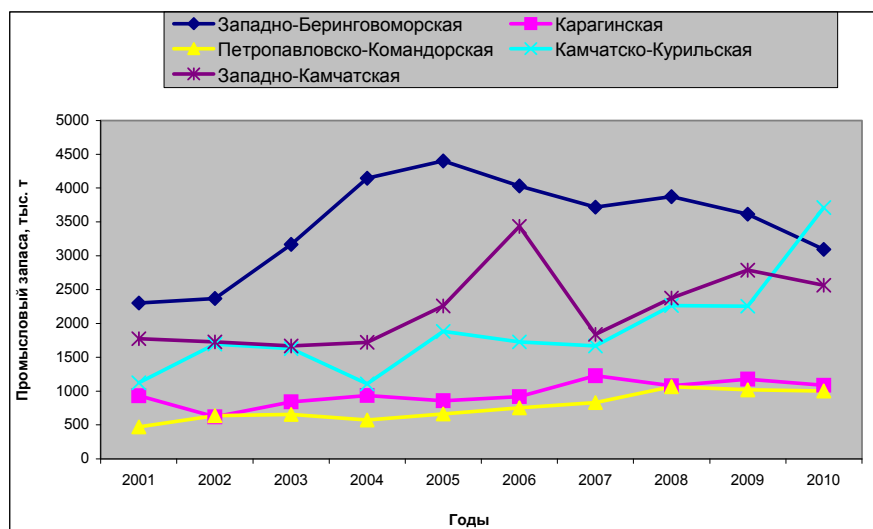


Рис. 6. Динамика биомассы промыслового запаса (тыс. т) в промысловых зонах и подзонах Камчатки

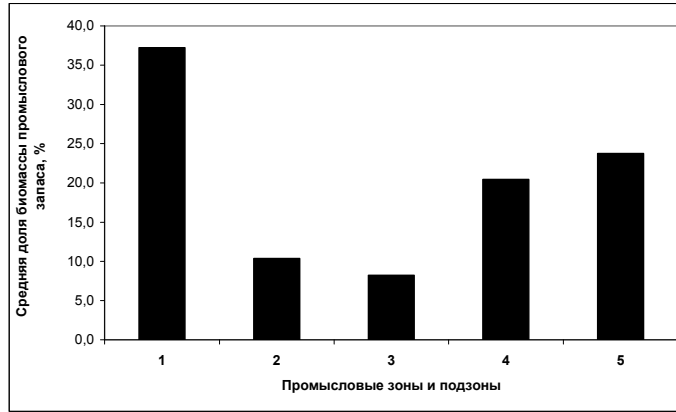


Рис. 7. Среднемноголетние доли биомасс промыслового запаса (%) в различных зонах и подзонах Камчатки:  
 1 - Западно-Берингоморская; 2 - Карагинская; 3 - Петропавловско-Командорская;  
 4 - Камчатско-Курильская; 5 - Западно-Камчатская

Запасы гидробионтов в Карагинской и Петропавловско-Командорской подзонах значительно ниже, чем в других районах. Средние их величины составили, соответственно, 967,0 и 766,3 тыс. т, а средние доли в суммарной по всем районам биомассе – 10,4 и 8,2%. В целом для ресурсов этих двух районов характерен слабый постепенный рост (см. рис. 6).

Состав запасов промысловых гидробионтов в различных районах морской акватории Камчатки представлен на рис. 8.

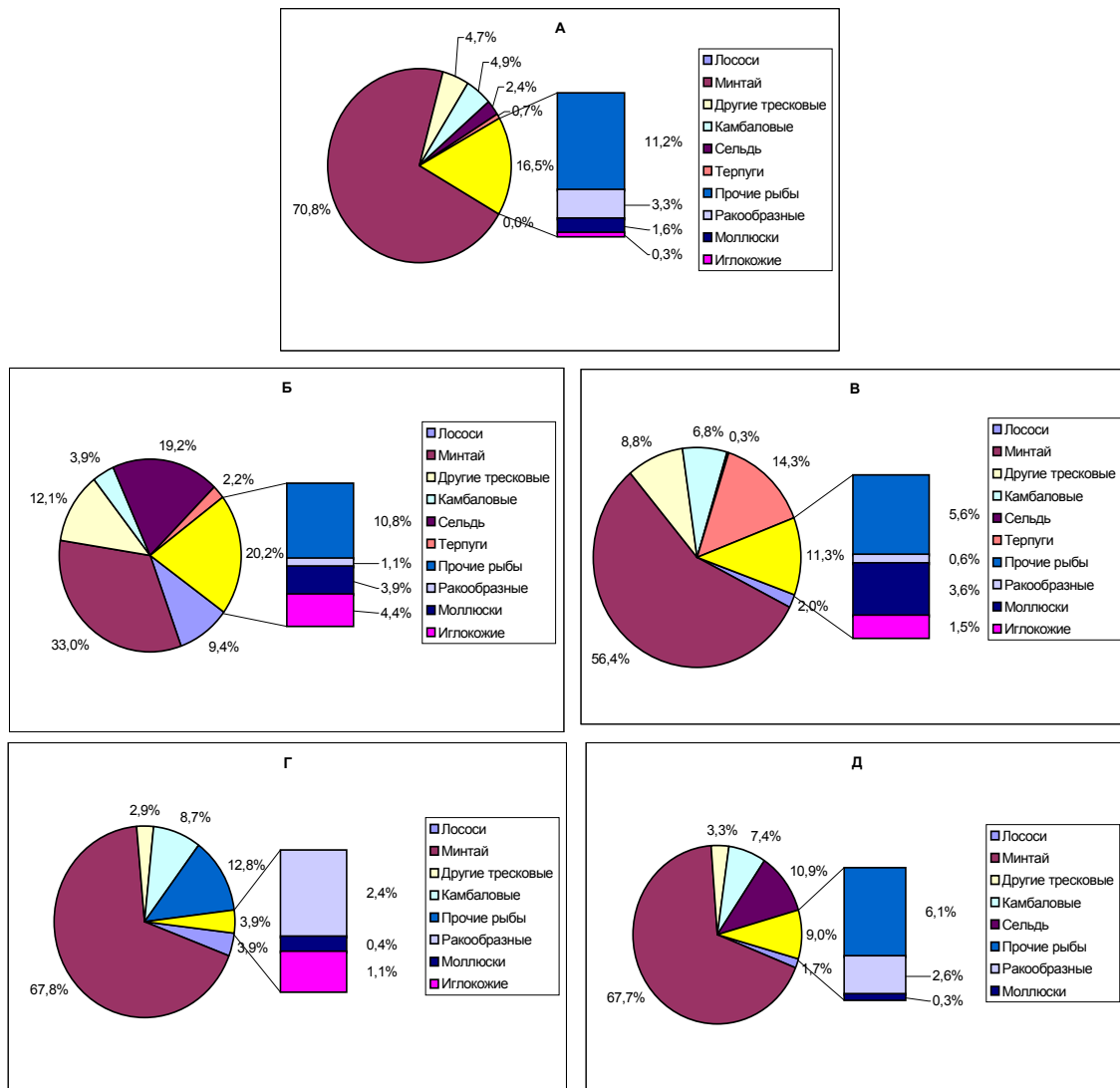


Рис. 8. Среднемноголетняя структура промзапаса в разных зонах и подзонах Камчатки:  
 А – Западно-Берингоморская зона; Б – Карагинская подзона; В – Петропавловско-Командорская подзона;

Основу биоресурсов Западно-Беринговоморской зоны, а также Камчатско-Курильской и Западно-Камчатской подзон представляет минтай: 67,7–70,8%. Суммарная доля трески и наваги колеблется в этих районах от 2,9% в Камчатско-Курильской подзоне до 4,7% - в Западно-Беринговоморской, камбаловых – от 4,9% в Западно-Беринговоморской зоне до 8,7% - в Камчатско-Курильской подзоне, ракообразных – от 2,4% в Камчатско-Курильской подзоне до 3,3% в Западно-Беринговоморской зоне. В Западно-Камчатской подзоне довольно велика доля сельди – 10,9%. Биомасса подходящих на нерест лососей, составляет 1,7% в Западно-Камчатской подзоне, 3,9% - в Камчатско-Курильской подзоне и менее 0,1% в Западно-Беринговоморской зоне.

Биологические ресурсы Карагинской и Петропавловско-Командорской подзон отличаются от ресурсов трех описанных выше районов не только более низким уровнем, но и высоким видовым разнообразием. Относительная биомасса минтая в первом районе достигает 33,0% и во втором - 56,4%. В то же время доля лососей в Карагинской подзоне значительно выше таковой в других районах и равна 9,4%. В этой же подзоне второе место после минтая занимает сельдь – 19,2%, а в Петропавловско-Командорской подзоне – терпуг (14,3%). Относительные биомассы трески и наваги в двух последних районах значительно выше (соответственно, 12,1% и 8,8%), чем в северо-западной части Берингова и восточной части Охотского моря. Однако, в водах восточной Камчатки доля камбал, ниже, чем в водах западной. Карагинская и Петропавловско-Командорская подзоны отличаются от других районов повышенной долей иглокожих и моллюсков.

Используя кластерный анализ, мы попытались сравнить промысловые районы Камчатки по структуре водных биоресурсов. Он показал, что наиболее близки Западно-Беринговоморская и Камчатско-Курильская подзоны (рис. 9). Незначительно отличается от них Западно-Камчатская подзона. Петропавловско-Командорская и, особенно, Карагинская подзоны обладают высоким своеобразием видового состава промысловых гидробионтов и отличаются по данному показателю, как от трех других районов, так и между собой. Это обстоятельство сказывается на особенностях промысла в водах Камчатки. Так, ранее Н.И. Науменко (2009) отмечал, что Карагинская и Петропавловско-Командорская подзоны характеризуются наиболее разнообразным составом уловов и резко контрастируют в этом отношении с остальными районами.

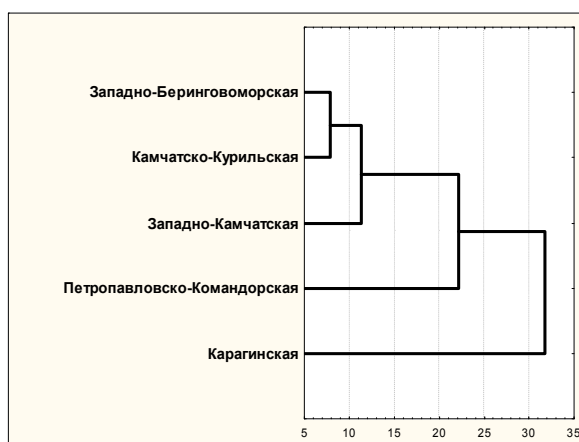


Рис. 9. Дендрограмма сходства статистических зон и подзон Камчатки по структуре промыслового запаса гидробионтов

### Эксплуатация водных биологических ресурсов Камчатки

В прошедшем десятилетии минимальный объем добычи гидробионтов в водах Камчатки пришелся на 2004 г. – 975,4 тыс. т, а максимальный – на 2010 г. – около 1,5 млн т, а средняя величина вылова составила 1,2 млн т.

Для получения реального представления о степени эксплуатации биологических ресурсов, мы сопоставили фактическое их изъятие с биомассой промыслового запаса, а также с величиной рекомендованной без ущерба состоянию запасов добычи (рис. 10). Как можно видеть, общий вылов гидробионтов по сравнению с суммарным промысловым запасом относительно невелик. В течение всего периода он был, в целом, также ниже рекомендованного изъятия. Доля фактического вылова гидробионтов от их суммарного промыслового запаса изменялась в разные годы от 10,5 до 19,7% (в среднем 13,3%), а реализация рекомендованного изъятия – от 67,4 до 88,0% (в среднем 75,9%) (рис. 11). Таким образом, существует реальная перспектива повышения уровня добычи биологических ресурсов в водах Камчатки. Это может быть осуществлено как за счет некоторых традиционных объектов промысла, так и вовлечения в эксплуатацию не используе-

мых, либо мало используемых гидробионтов.

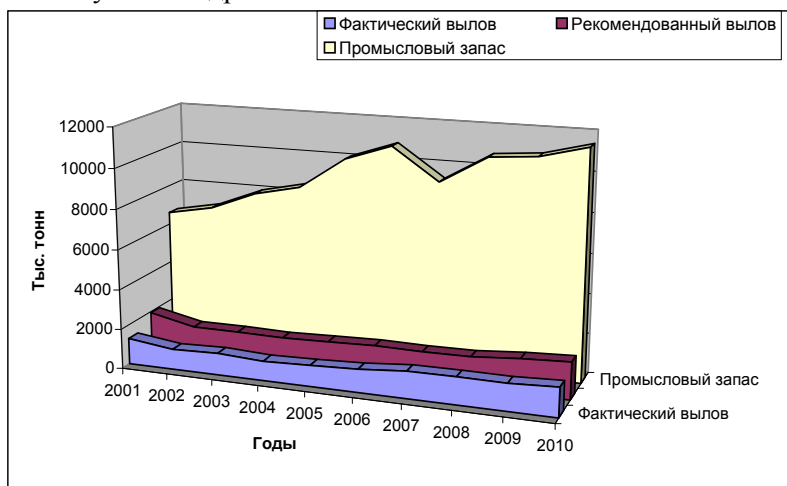


Рис. 10. Соотношение промыслового запаса и вылова водных биологических ресурсов Камчатки

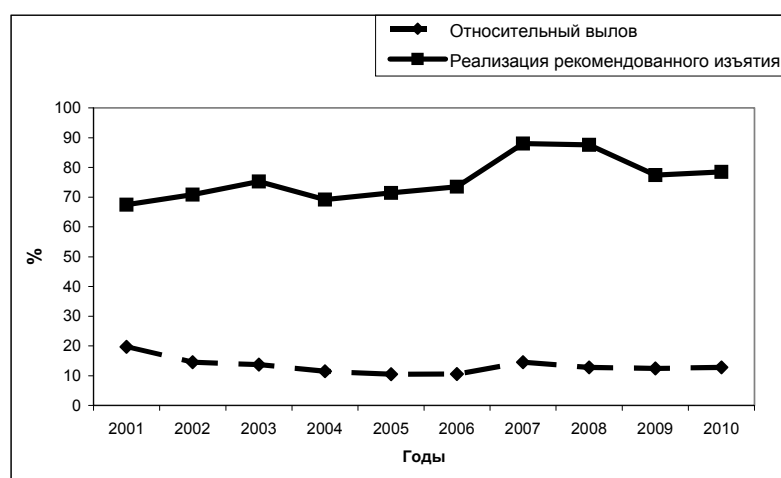


Рис. 11. Доля фактического вылова (%) от суммарного промыслового запаса и реализация рекомендованного изъятия (%) водных биологических ресурсов Камчатки

Рассмотрим степень реализации рекомендованной добычи наиболее важных промысловых объектов Камчатки (рис. 12).

Хорошо заметно, что уровень реализации рекомендованной добычи всех объектов изменялся в течение периода. Так, наиболее полно осваивались ресурсы минтая, в среднем за период на 94,5%. На втором месте по этому показателю идут лососи (среднее освоение – 76,2%), а на третьем тресковые рыбы, суммарно (треска и навага) – 74,6%. Примерно на этом же уровне происходило освоение рекомендованного изъятия крабов – 72,6%. В существенно меньшей степени эксплуатировались ресурсы камбаловых, среднее освоение рекомендованной добычи которых составило 63,2%. Хуже всех из перечисленных объектов осваивались запасы моллюсков, основную долю которых представляют кальмары, - всего лишь на 17,9%.

Говоря о тенденциях в динамике вылова основных промысловых объектов, можно заключить, что в истекшем десятилетии наблюдался рост добычи лососей, минтая и моллюсков. Суммарный вылов трески и наваги колебался примерно на одном уровне, а добыча камбаловых рыб и крабов снижалась. В особой степени это характерно для крабов. Н.И. Науменко (2009) отмечал значительное снижение уловов минтая, трески и камчатского краба в течение 1995 – 2008 гг. Однако, с 2001 г. по 2010 г. тенденция для первых двух объектов изменилась, причем для минтая – на противоположную.

Рассматривая вклад отдельных промысловых районов в общую добычу водных биологических ресурсов Камчатки, можно заключить, что, в основном, он пропорционален доле биомассы промысловых запасов в каждом районе (рис. 13). Исключение составляет Западно-Камчатская подзона, суммарный вылов в которой немного ниже, чем в соседней Камчатско-Курильской, хотя биомасса запаса гидробионтов немного выше (см рис. 7 и 13).

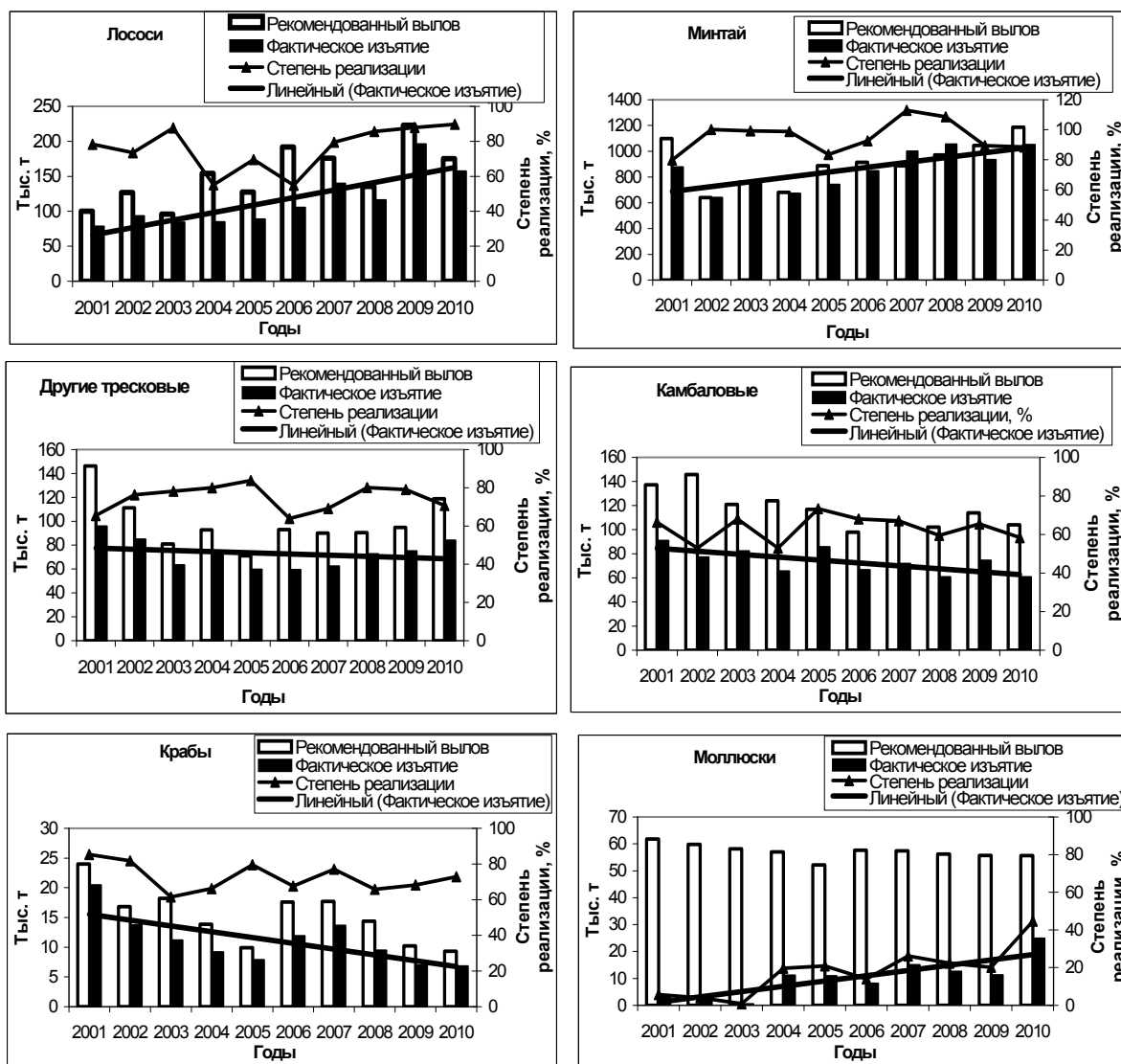


Рис. 12. Динамика вылова и степень реализации рекомендованного изъятия водных биоресурсов Камчатки

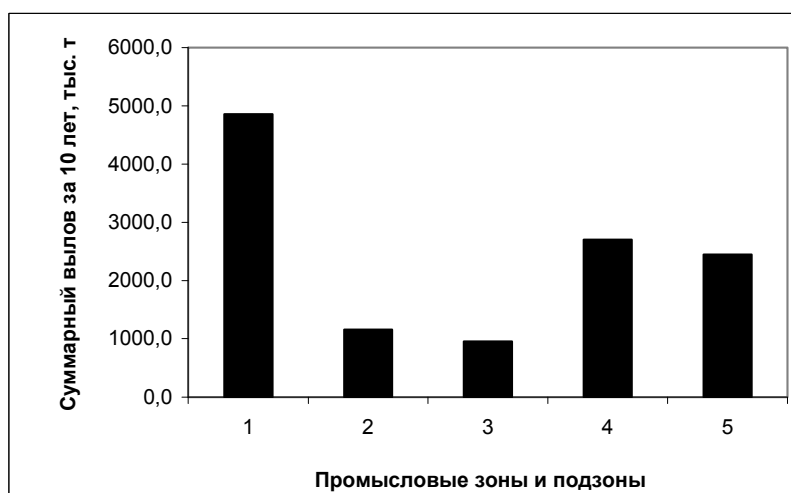


Рис. 13. Суммарный вылов гидробионтов в промысловых зонах и подзонах Камчатки:  
1 - Западно-Берингоморская; 2 - Карагинская; 3 - Петропавловско-Командорская;  
4 - Камчатско-Курильская; 5 - Западно-Камчатская

Суммарный вылов гидробионтов в 2001–2010 гг. составил: в Западно-Берингоморской зоне – 4,9 млн т, в Карагинской подзоне – 1,2 млн т, в Петропавловско-Командорской подзоне – 1,0 млн т, в Камчатско-Курильской подзоне – 2,7 млн т и в Западно-Камчатской подзоне –

2,4 млн т. Всего за десять лет в водах Камчатки было выловлено 12,1 млн т гидробионтов.

Количественный состав объектов промысла в уловах из разных районов был различным (рис. 14).

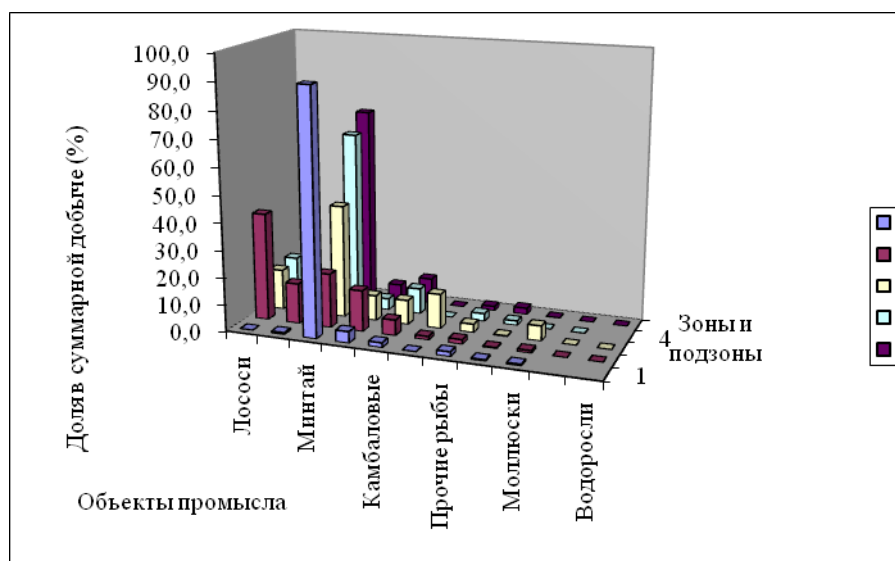


Рис. 14. Доля различных объектов (%) в суммарной добыче гидробионтов в промысловых зонах и подзонах Камчатки: 1 - Западно-Беринговоморская, 2 - Карагинская, 3 - Петропавловско-Командорская, 4 - Камчатско-Курильская, 5 - Западно-Камчатская

В Западно-Беринговоморской зоне основу вылова составлял минтай - 90,5%, а в других промысловых районах его доля изменялась от 20% в Карагинской подзоне до 71,6% в Западно-Камчатской. Первое место в суммарной добыче гидробионтов в Карагинской подзоне занимали лососи - 39,8%. Помимо минтая здесь довольно велика роль других тресковых и сельди, соответственно, 15,2 и 14,9% общего вылова. В Петропавловско-Командорской подзоне, кроме минтая, высока относительная добыча лососей (15,0%), других тресковых (9,4%), камбаловых (9,0%), терпуга (12,8%), кальмаров (5,6%). В Камчатско-Курильской подзоне, кроме минтая, в общем вылове выделяются лососи (16,0%) и камбаловые рыбы (9,5%). В Западно-Камчатской подзоне второе место в улове занимают камбаловые (9,5%), третье – лососи (6,1%) и четвертое – суммарно треска и навага (5,7%). Средняя доля ракообразных в общей добыче изменялась от 0,3% в Петропавловско-Командорской подзоне до 2,4% - в Западно-Камчатской.

Представляет определенный интерес сопоставить процентный состав объектов промысла в общих объемах рекомендуемого и фактического вылова. По нашему мнению, это может свидетельствовать в какой-то степени о более и менее предпочитаемых объектах лова, в связи с их разной доступностью, организационно-экономическими особенностями промысла и т.п. С этой целью, мы рассчитали разность между относительным (в %) фактическим и рекомендованным выловом различных гидробионтов в соответствующих общих биомассах изымаемых ресурсов (рис. 15).

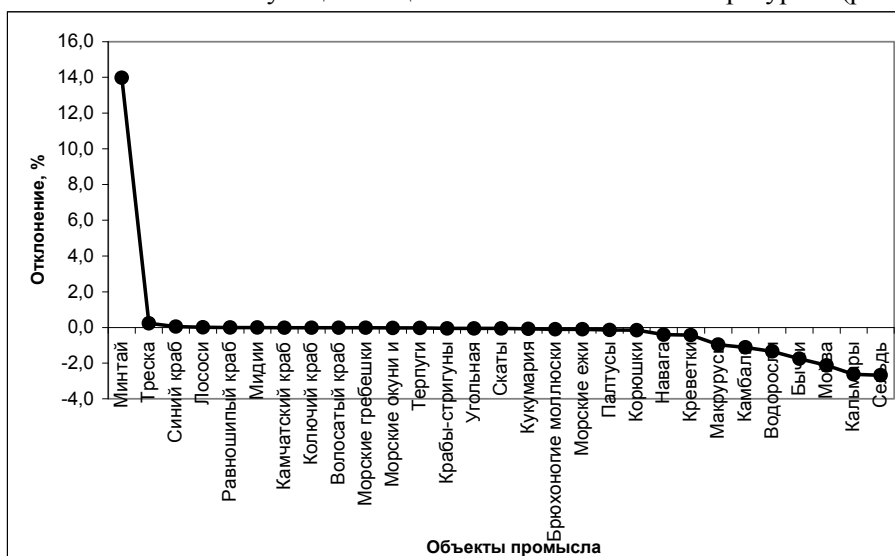




Рис. 15. Отклонение долей биомасс объектов в фактическом вылове от долей их биомасс в рекомендованном изъятии (%)

Можно заключить, что доля минтая в составе фактически изъятых гидробионтов значительно (на 14%) превышает его долю в рекомендованной добыче. Процентный состав фактического вылова большинства других объектов, начиная с трески и кончая креветкой, очень мало (не более 0,5%) отличается от такового в рекомендованном изъятии. Вместе с тем, отрицательное отклонение долей фактически изъятых некоторых групп гидробионтов от их долей в рекомендованной добыче более существенно и составляет от -1,0 до -2,7%. К числу последних относятся макрусуры, бычки, мойва, кальмары, водоросли, а также такие ценные промысловые рыбы как камбалы, сельдь. Полученные результаты, вероятно, могут свидетельствовать об определенном предпочтении в эксплуатации некоторых гидробионтов, в первую очередь, минтая и отсутствии достаточного стремления к освоению запасов выше перечисленных объектов. Последнее может быть связано как с низкой коммерческой ценностью - макрусуры, бычки, мойва, водоросли, так с доступностью для промысла. Например, один из промысловых видов камбал – палтусовидная камбала обитает на больших глубинах, в то время как основная добыча этой группы рыб ведется маломерным флотом в прибрежье.

Положительные или отрицательные отклонения при сравнении процентного соотношения объектов в фактическом улове и объеме рекомендованного изъятия хорошо согласуются с данными о реализации такого изъятия (см рис. 12). Таким образом, перспективы роста добычи биологических ресурсов могут быть, в первую очередь, среди последней указанной группы гидробионтов, фактический вылов которых заметно ниже рекомендованного.

### **Заключение**

Суммарная промысловая биомасса гидробионтов Камчатки в последнее десятилетие (2001–2010 гг.) значительно выросла. Подавляющее значение в ее формировании играли морские рыбы, составившие более 90% общего вылова. За счет них и происходил основной рост ресурсов, причем основное значение среди промысловых гидробионтов играл минтай. Кроме того, заметный рост отмечен у тихоокеанских лососей, среди которых, в первую очередь, выделялась горбуша.

В группе промысловых беспозвоночных, в целом, определенных тенденций в динамике запасов не наблюдалось. Уровень их суммарной промысловой биомассы в прошедшем десятилетии изменялся волнообразно, достигнув максимума в 2005 г. Характер динамики ресурсов беспозвоночных определялся, в первую очередь, изменчивостью запасов ракообразных – различных видов крабов и креветок, которые вносили наибольший вклад в суммарную биомассу.

Практически в течение всего десятилетнего периода наибольшие запасы гидробионтов были сосредоточены в Западно-Беринговоморской зоне; второй по значимости была Западно-Камчатская подзона. Основу биоресурсов Западно-Беринговоморской зоны, а также Камчатско-Курильской и Западно-Камчатской подзон составлял минтай. Биологические ресурсы Карагинской и Петропавловско-Командорской подзон отличаются от ресурсов трех перечисленных выше районов не только более низким уровнем, но и большим видовым разнообразием.

По уровню освоения в 2001–2010 гг. лидировал минтай; на втором месте были лососи, а на третьем - треска и навага (суммарно). На таком же уровне было освоение крабов. В существенно меньшей степени эксплуатировались ресурсы камбаловых, а хуже всех осваивались запасы моллюсков, основную долю которых представляют кальмары. В истекшем десятилетии в целом наблюдался рост добычи лососей, минтая и моллюсков; суммарный вылов трески и наваги колебался примерно на одном уровне, а добыча камбаловых рыб и, особенно, крабов снижалась.

Существует реальная перспектива повышения уровня добычи биологических ресурсов в водах Камчатки, как за счет некоторых традиционных объектов промысла, так и вовлечения в эксплуатацию не используемых, либо мало используемых гидробионтов.

Авторы выражают благодарность сотрудницам КамчатНИРО Артюхиной Нине Борисовне и Голубковой Вере Николаевне за большую помощь в обработке материалов по анадромным рыбам.

### **Литература**

1. Балыкин П.А. 2006. Состояние и ресурсы рыболовства в западной части Берингова моря. - М.: ВНИРО. 142 с.
2. Бочаров Л.Н. 2010. Развитие рыбохозяйственной науки на Дальнем Востоке. Задачи и особенности современного этапа. – ТИНРО-85. Итоги десятилетней деятельности. 2000 – 2010 гг. / Сборник статей под ред. д-ра техн. наук Л.Н. Бочарова, канд. биол. наук В.Н. Акулина. – Владиво-

сток: ТИНРО-центр. С. 3 – 24.

3. *Василец П.М., Терентьев Д.А.* 2008. Характеристика промысла водных биологических ресурсов в Петропавловско-Командорской подзоне в 2001-2006 гг. Сб. КамчатНИРО: Исследования водных биологических ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана. Вып. 10. С. 116-135.

4. *Датский А.В., Андронов П.Ю.* 2007. Ихтиоцен верхнего шельфа северо-западной части Берингова моря. - Магадан: СВНЦ ДВО РАН. 261 с.

5. *Карпенко В.И., Балыкин П.А.* 2006. Биологические ресурсы западной части Берингова моря. - Петропавловск-Камчатский: МБФ. 216 с.

6. *Науменко Н.И.* 2009. Динамика величины и состава промышленных уловов водных биоресурсов в прикамчатских водах в 1995-2008 гг. // Сб. КамчатНИРО: Исследования водных биологических ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана. Вып. 15. С. 34-43.

7. Прогноз возможного вылова промысловых гидробионтов на ДВ-бассейне России в 2001 г. 2000. – Владивосток: ТИНРО-центр. 144 с.

8. Прогноз возможного вылова промысловых гидробионтов на ДВ-бассейне России в 2002 г. 2001. - Владивосток: ТИНРО-центр. 202 с.

9. Прогноз общих допустимых уловов по Тихоокеанскому бассейну на 2003 год. 2002. – Владивосток: ТИНРО-центр. 221 с.

10. Прогноз общих допустимых уловов по Тихоокеанскому бассейну на 2004 год. 2003 – Владивосток: ТИНРО-центр. 252 с.

11. Прогноз общих допустимых уловов по Тихоокеанскому бассейну на 2005 год. 2005. – Владивосток: ТИНРО-центр. 271 с.

12. Прогноз общих допустимых уловов по Тихоокеанскому бассейну на 2006 год. 2005. – Владивосток: ТИНРО-центр. 269 с.

13. Прогноз общих допустимых уловов по Тихоокеанскому бассейну на 2007 год. 2006. – Владивосток: ТИНРО-центр. 280 с.

14. Прогноз общих допустимых уловов по Тихоокеанскому бассейну на 2008 год. 2007. – Владивосток: ТИНРО-центр. 277 с.

15. Прогноз общего вылова гидробионтов по дальневосточному рыбохозяйственному бассейну на 2009 год. 2008. - Владивосток: ТИНРО-центр. 268 с.

16. Прогноз общего вылова гидробионтов по дальневосточному рыбохозяйственному бассейну на 2010 год. 2009. - Владивосток: ТИНРО-центр. 301 с.

17. Состояние биологических ресурсов северо-западной Пацифики. 2003. – Под ред. д-ра биол. наук Н.И. Науменко. – Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО. 124 с.

18. *Шунтов В.П., Бочаров Л.Н., Волвенко И.В., Иванов О.А., Суханов В.В., Колпаков Н.В., Долганова Н.Т., Дулепова Е.П., Горбатенко К.М.* 2010. Экосистемное изучение биологических ресурсов дальневосточных морских вод России: некоторые результаты исследований в конце 20 – начале 21 столетия. - ТИНРО-85. Итоги десятилетней деятельности. 2000 – 2010 гг. / Сборник статей под ред. д-ра техн. наук Л.Н. Бочарова, канд. биол. наук В.Н. Акулина. – Владивосток: ТИНРО-центр. С. 25 – 78.

19. FAO 2007. Fishery and Aquaculture Statistics. 72 p.

## РЫБОЛОВСТВО И РЫБОВОДСТВО РОССИИ – СТАГНАЦИЯ ИЛИ РАЗВИТИЕ?

*П.А. Балыкин, Е.Н. Пономарева (Южный научный центр РАН)  
В.И. Карпенко (Камчат ГТУ)*

*Характеризуется современное состояние рыболовства и рыбоводства в Российской Федерации. Констатируются отсутствие ресурсов для развития рыболовства и необходимость сохранения сырьевой базы российской экономической зоны. Предлагается комплекс организационных и нормативных мер по модернизации рыболовства. Отмечается отсутствие прогресса в развитии аквакультуры и большие резервы для её развития в России. Предлагаются меры по увеличению производства продукции водного происхождения методами аквакультуры в бассейнах южных морей России.*

В социально-экономическом аспекте внутренние водоёмы и акватория прилегающих морей всегда играли важную роль для нашей страны. Одним из наиболее древних и социально значимых видов хозяйственной деятельности является рыболовство. Азовский и Каспийский бассейны долгое время были основными районами отечественного промысла, причём поставляли ценных рыб, таких как осетровые, белорыбца, кумжа, судак, лещ и др. Только с развитием океанического промысла после Великой Отечественной войны в уловах СССР стали доминировать морские виды – сельдёвые, тресковые, камбаловые и пр. Особенно заметно запасы рыб в южных морях стали сокращаться после зарегулирования стока основных впадающих в них рек в 1950-х гг. Если в прошлом уловы в каждом из южных морей достигали 400-600 тыс. т., то к настоящему времени вылов снизился в 10 и более раз (рис.1).

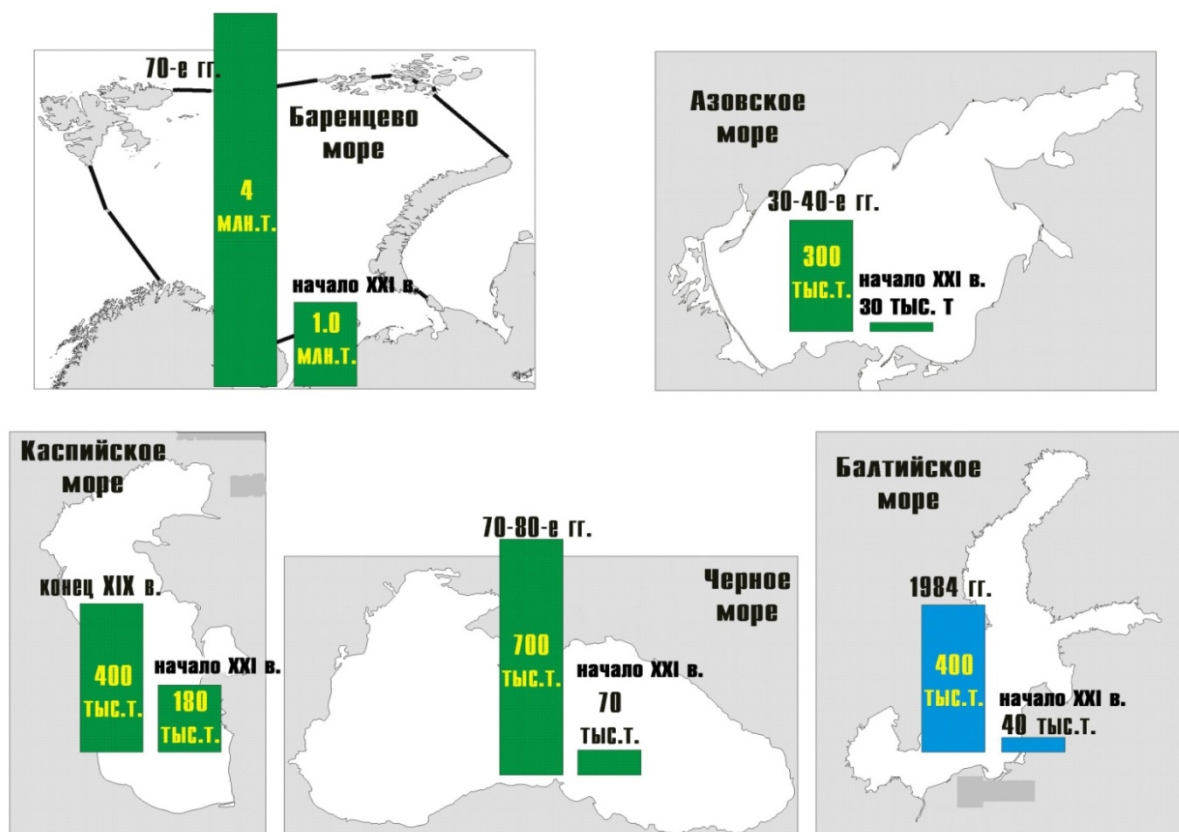


Рис. 1. Уловы в морях европейской части России в прошлом и в настоящем [1]

Уловы рыбы в таком небольшом водоёме, как Азовское море, достигали 300 тыс. т. До середины прошлого столетия добывались только ценные виды, хотя уловы их падали. Качественный перелом произошел в 1950-1960-е гг. В настоящее время основу биоресурсов Азовского моря

составляют мелкие пелагические рыбы и вид-акклиматизант – дальневосточная кефаль пиленгас. Сходные процессы происходили и в Каспийском море – высокоценные промысловые виды уступили место мелким пелагическим сельдёмвым и карповым рыбам

Для Каспийского бассейна характерно большое разнообразие полупроходных и речных рыб. В 1926 г. добыча крупного частика (судак, сазан, сом, лещ и пр.) достигла 110 тыс. т, воблы – 225 тыс. т. В 1990-е гг. объёмы вылова частиковых рыб и воблы не превышали 30 и 25 тыс. т. соответственно, т.е. были в 4-10 раз меньше по сравнению с началом века. В первые годы текущего столетия произошло резкое уменьшение количества вылавливаемой рыбы, прежде всего, за счёт коллапса запасов килек.

Таким образом, общей тенденцией является изменение структуры вылова – его основу стали составлять мелкие, ранее слабо используемые виды. Это явилось следствием воздействия на верхние трофические уровни морских экосистем всех европейских морей и серьёзного нарушения естественного воспроизводства рыб. Заметная перестройка видового состава морской биоты в последние десятилетия произошла частично вследствие направленного и случайного вселения чужеродных видов, других антропогенных причин. В настоящий момент факторы, определяющие состояние морских экосистем и промысловых биоресурсов расставлены по ранжиру следующим образом [1]:

1. Климат, урожайность, смертность рыб.
2. Промысловая смертность (рыболовство).
3. Интродукция новых видов.
4. Морское судоходство, перевозки «река-море» и занос новых видов.
5. Зарегулирование рек и утрата нерестилищ.
6. Химическое загрязнение природной среды.
7. Искусственное воспроизводство.
8. Товарное выращивание рыб.

Деградикация естественного воспроизводства промысловых рыб - ключевая проблема европейских морей. В советский период перелов в южных морях компенсировался масштабным искусственным воспроизводством молоди судака, леща, осетровых. Сейчас этого практически нет.

В данный момент крупное отечественное рыболовство сосредоточено в Охотском, Беринговом и Баренцевом морях. Азовское море и Каспий почти потеряли промысловое значение. Общий российский улов в 2009 г. составил 3.7 млн т., что значительно уступает показателям советского периода. Наибольшие их значения пришлось на 1980-е гг., когда годовой улов достигал 11.4 млн. т. и по этому показателю СССР поочерёдно делил первое место с Японией (рис.2).



Рис. 2. Уловы СССР и России

Ежегодное потребление рыбной продукции на душу населения достигало 22-24 кг, что соответствует медицинским нормам. По оценке Росрыболовства в 2009 г. на душу населения пришлось 19.2 кг против 13.2 кг – в 2008 г (<http://fishres.ru/news/14489>). Руководство этого ведомства объясняет сокращение потребления рыбы прекращением работы российского флота за пределами собственной экономической зоны. Действительно, советский рыболовный флот вылавливал в открытом океане 5.2–5.6 млн т. При этом Советскому Союзу удавалось избежать жесткой конкуренции за сырьевые морские ресурсы с другими странами, поскольку велся промысел преимущественно тех рыб (сельдь, ставрида, скумбрия, мойва, иваси, сардинелла, хек и др.), которые обеспечивали наибольший улов [2]. Теперь Россия стала страной с рыночной экономикой,

неизбежна конкуренция с другими государствами. Таким образом, даже в случае возврата отечественного рыболовного флота в отдалённые районы Мирового океана рассчитывать на достижение прежних величин улова не приходится. Согласно оптимистичной оценке Росрыболовства, в этом случае можно будет добывать до 2 млн т в год (<http://fishres.ru/news/16709>). Поэтому особую значимость приобретает вопрос сохранения и возобновления водных биологических ресурсов в собственных водах. Несмотря на то, что 200-мильная зона в Российской Федерации (СССР) существует с 1977 года, достаточно полной инвентаризации состава ее биологических ресурсов не проводилось. В основном усилия научных организаций были направлены на определение общих допустимых уловов (ОДУ) тех промысловых рыб, которые традиционно являются объектами добычи. Многие виды биологических ресурсов, которые потенциально могли бы добываться, практически не исследованы. Например, возможный объём добычи на Дальневосточном бассейне оценивается специалистами в 5-6 млн т, тогда как в 2009 г. он составил по официальным данным 2.7 млн т, а с браконьерским и неучтённым выловом – не менее 3 млн т. [3]. Последний фактор оказывает существенное влияние на водные биоресурсы всех рыбохозяйственных бассейнов страны [1, 4, 5]. Так, по данным японской таможни из России экспортируется в 3-4 раза больше морепродуктов, чем фиксируется отечественными «стражами границы» (<http://fishres.ru/news/16840>).

Кроме нелегального промысла, другим источником недостоверности статистики рыболовства является несовершенство существующего подхода к его регулированию. Основой стратегии рационального использования морских биоресурсов в большинстве стран, включая Россию, является определение общего допустимого улова (ОДУ) для каждого объекта промысла, хотя известно, что зачастую такой подход приводит не к сохранению запасов, а к их депрессии [2].

Сильный удар рыбохозяйственным исследованиям нанесла поправка в закон о рыболовстве, обязывающая уничтожать водные биоресурсы, выловленные при научной деятельности. Теперь ежегодно без всякой пользы, наоборот с большими затратами, осуществляется ликвидация 15-20 тыс. т рыбы и морепродуктов. Это пример вреда науке и противоречия здравому смыслу, связанный с ведомственностью и экологической модой. Следует сказать и о том, что получение сравнительно небольших квот на научные и учебные цели сопряжено с многочисленными бюрократическими препонами, которые приходится преодолевать каждый год. Между тем, за рыбодобывающими организациями доли ОДУ закреплены на 10 лет, а промысловые участки на Дальнем Востоке – на 20 лет. Пора и научные и лимиты для учебных целей выделять минимум на 5 лет вперед, чтобы можно было планировать деятельность на перспективу.

Недофинансирование рыбохозяйственной науки (в 2010 г. выделено на 40% меньше средств, чем в 2009) вынуждает учёных существенно корректировать прогнозы вылова. Сокращение информационной базы заставляет во многих случаях переходить к экспертным оценкам состояния запасов водных биоресурсов. Следует отметить и появившуюся в последнее время особенность – устанавливается заниженный ОДУ по тем видам водных биоресурсов, которые подвергаются интенсивному нелегальному промыслу. Иначе говоря, часть запасов заранее предназначена на откуп браконьерам.

Применение концепции ОДУ по отдельным видам некорректно и потому, что подавляющее большинство существующих промыслов не являются специализированными. Анализ данных о российском рыболовстве на Тихоокеанском бассейне показал, что действительно моновидами являются только промыслы на электросвет бортовыми ловушками (сайра), вертикальными джиггерами (кальмар), ставными и кошельковыми неводами (сельдь, сардина), сбор водолазами (моллюски, ежи). Все другие являются, в лучшем случае, смешанными, а в большинстве случаев – многовидовыми [6]. Такая же ситуация на других рыбопромысловых бассейнах, например Северном [7] или Волго-Каспийском [1]. В результате при некоторых видах рыболовства величина «прилова» превосходит изъятие «основного объекта» в несколько раз [8].

Кроме того, «одновидовой» подход к регулированию рыболовства никоим образом не учитывает межвидовых отношений гидробионтов, хотя известно, что они весьма важны для динамики численности «сопряжённых» видов [9, 10]. Известен целый ряд примеров, когда эксплуатируемые популяции находятся в простых ("хищник–жертва", "конкуренция за пищевые ресурсы") или весьма сложных и многофакторных отношениях в биоценозах и учет этого обстоятельства при выборе стратегии эксплуатации совокупности промысловых объектов совершенно необходим [6]. Например, потребление донными рыбами дальневосточных морей креветок и молоди крабов многократно больше, чем ОДУ этих объектов. Речь в данном случае идёт о сотнях тысяч тонн, тогда как суммарные уловы крабов и креветок составляют несколько десятков тысяч тонн [11]. В этой связи возникает вопрос о необходимости промыслового прогнозирования на многовидовой основе, учитывающей жизненные циклы, пути миграций и трофические

связи массовых видов рыб [12, 13].

Следует учесть и тот факт, что «рыночные» отношения в нынешнем рыболовстве заставляют промысловиков идти по пути увеличения прибыли путем выбросов маломерной, поврежденной или просто не удовлетворяющей условиям контракта рыбы  $x$  [4, 14]. Таким образом, из-за незаконного и неучитываемого вылова, по сути, неизвестно, какое количество водных биоресурсов реально добывается.

Независимое определение ОДУ для каждой «единицы запаса» не может быть основой рационального природопользования и во многих научных публикациях говорится о необходимости коренного пересмотра принципов управления промыслом [1, 15, 16]. "Съем урожая" должен производиться с учетом связей всех элементов эксплуатируемых экосистем. В настоящее время в повестке дня стоит вопрос о переходе рыболовства на методологическую основу экосистемного подхода и оптимизации продукции с морского биоценоза, а не с «единицы запаса», как это делается сейчас [17]. В зависимости от текущего состояния экосистемы должна вырабатываться стратегия управления эксплуатацией ее биоресурсов. Это тем более актуально, что в ближайшие годы ожидается сокращение запасов основного российского объекта промысла – минтая [18].

Переход от общего допустимого улова (ОДУ) к экосистемно допустимому (ЭДУ – сбалансированному набору возможных уловов эксплуатируемых или пригодных для потребления гидробионтов) [6] должен начинаться с выработки соответствующего научного обоснования и подготовки документов для его реализации. Для некоторых районов отечественного рыболовства предложения такого рода уже наличествуют в научных публикациях [8, 19]. На наш взгляд, следует, прежде всего, разработать принципиально новые «Правила промысла» и пересмотреть действующую схему рыбопромыслового районирования в соответствии с современным уровнем знаний о границах морских экосистем. Росрыболовство приняло в последнее пятилетие новые редакции «Правил промысла» для всех рыбопромысловых бассейнов страны, однако они подготовлены путем неглубокого редактирования аналогичных документов советского периода и не соответствуют современным экономическим и социальным условиям. Так, группа авторов монографии «Каспийское море: о влиянии экологических изменений на биоразнообразие и рыбопродуктивность» (Астрахань, 2009) [20], проанализировав в отдельной главе вступившие в действие в 2009 г. «Правила промышленного рыболовства для Волго-Каспийского бассейна», а также все предыдущие «Правила рыболовства», пришла к заключению, что 90% новой версии перенесено из старой, вступившей в действие в 1984 г. Авторы делают вывод, что «Правила рыболовства направлены, прежде всего, на поддержку существующего промысла, а не на сохранение запасов рыб» (стр. 196). Этот вывод можно распространить и на аналогичные документы для других бассейнов.

Понятно, что перестройка рыбного промысла страны на экосистемный подход – процесс достаточно продолжительный. В то же время ясно, что биоресурсы российской экономзоны нуждаются в срочных мерах по их сохранению. Мы полагаем, что некоторые усилия могут быть предприняты уже сейчас. Следует немедленно запретить на несколько лет ведение промысла в тех районах или тех гидробионтов, состояние запасов которых расцениваются как депрессивное. К таковым в первую очередь можно отнести почти всех промысловых рыб Азовского моря [1]. Поэтому необходимо закрыть их морской промысел минимум на 5-7 лет, сохранив лишь специализированный промышленный лов хамсы, тюльки, бычков и пиленгаса, запасы которых пока благополучны. Положительные последствия такого решения:

- создаются благоприятные условия для восстановления запасов главного богатства моря – осетровых, а также судака, камбалы и других видов рыб;
- появляется реальная возможность положить конец браконьерскому промыслу;
- увеличатся уловы рыбы в лиманах и реках;
- стимулируется развитие в Ростовской области и Краснодарском крае товарного выращивания ценных рыб, в том числе осетровых.

Последний пункт вполне соответствует действиям государства по развитию аквакультуры, согласно которым Ростовская область выбрана «пилотным» субъектом, для чего будут выделены 500 млн. руб ([http:// fishres.ru/news/16663](http://fishres.ru/news/16663)).

В районах, где состояние водных биоресурсов не столь критично, промысел следует продолжать на условиях, выработанных наукой. Ныне наблюдаются максимальные за весь период наблюдений уловы тихоокеанских лососей – в 2009 г. В России добыто более 551 тыс. т, а мировой улов превысил 1.1 млн т (данные НПАФК). Дальнейшее поддержание ресурсов этих рыб требует скорейшей разработки концепции рационального ведения лососевого хозяйства. В качестве основы для неё необходимо срочно систематизировать имеющиеся на Дальнем Востоке данные о состоянии запасов тихоокеанских лососей в виде единой сводки - общего каталога популяций с описанием суммарной величины, структуры и регионального распределения потенциала естествен-

ного воспроизводства российских стад. На основе такой сводки следует пересмотреть перечень рыбопромысловых участков, как морских, так и речных, с учётом популяционного состава, численности отдельных группировок лососей, что обеспечит более равномерное распределение промысловой нагрузки. Хотя в настоящее время тихоокеанские лососи исключены из числа объектов, добыча которых регулируется определением общего допустимого улова (ОДУ) и изъятие их исходит из прогноза подходов и заполнения нерестилищ, однако принципы многовидового рыболовства ещё не нашли своей полной реализации на лососевом промысле. По нашему мнению, ограничение возможного изъятия следует осуществлять путём установки сроков путины на конкретном рыбопромысловом участке, исходя из подходов лососей. Отсутствие ограничений в виде лимитов на тот или иной вид даст возможность получить реальные данные о численности разных видов и избежать сокрытия улова. Сохраненный к настоящему времени потенциал естественного воспроизводства российских стад тихоокеанских лососей позволит получать уловы не менее 150 тыс. т в «неурожайные» и до 300-400 тыс. т – в благоприятные периоды.

Кроме рациональной эксплуатации природных запасов, необходимо оптимально использовать возможности искусственного воспроизводства. Общий улов, обеспечиваемый лососевыми рыболовными заводами (ЛРЗ), на Дальнем Востоке России уже сейчас составляет около 30-40 тыс. т. Однако, масштабы строительства ЛРЗ должны варьировать в разных регионах. Там, где условия для естественного воспроизводства в значительной мере утрачены (южная часть Дальнего Востока, отдельные районы Камчатки, материкового побережья Охотского моря, Сахалина), искусственное может быть основным. Обоснование расширения такого пастбищного выращивания тихоокеанских лососей в России разработано группой ученых ТИНРО-Центра под руководством В.П. Шунтова [25] в прошлом 2010 г. Для водоёмов, которые из-за своего расположения или естественных условий лишены природных популяций лососей (некоторые озёра не посещаются проходными рыбами из-за наличия препятствий для их хода в виде водопадов, завалов и пр.) можно рассмотреть возможности создания товарных хозяйств по выращиванию жилых видов или форм лососей.

В морском рыболовстве, прежде всего, нужно законодательно закрепить норму об обязательном взвешивании уловов, поскольку на судах, занимающихся самообработкой добытой рыбы, до сих пор определение её веса производится путем пересчёта от готовой продукции, что создает возможности для занижения уловов [4, 21]. Комплекс других мер в каждом промысловом районе может быть специфическим. Так, для Баренцева моря учёными ПИНРО предложены три варианта ведения промысла [19]. Для западной части Берингова моря разработаны как новая схема промыслового районирования [22], так и предложения по реорганизации рыболовства, которые можно считать шагами в сторону применения экосистемного подхода – так называемые «сблокированные» квоты для многовидовых промыслов, когда в разрешение пользователю вписываются все промысловые виды, вылавливаемые данным орудием лова, либо регулирование возможного изъятия путём ограничения срока путины [8]. В ряде случаев могут быть применены запрет «неэкологичных» орудий лова либо ограничение промыслового усилия. Подобные предложения уже выдвигаются и рыбопромышленниками. Газета «Рыбак Камчатки» в № 52 от 22 декабря 2010 г., например, сообщает, что ассоциация добытчиков краба Дальнего Востока предложила установить минимальный объем добычи этого вида водных биоресурсов на одно судно. Введение такого ограничения, по мнению этой организации, существенно помогло бы в борьбе с ловом сверх установленных лимитов.

Поскольку слабо верится в возможности искоренить браконьерство и коренным образом перестроить легальное рыболовство, наиболее реальным путём увеличения продукции водного происхождения представляется развитие аквакультуры в разнообразных формах, что происходит во всём мире. С 1993 по 2007 гг. вклад аквакультуры (морской и пресноводной) в производство продуктов водного происхождения увеличился с 17 до 35 %, т.е. более, чем вдвое. В 2007 г. методами аквакультуры произведено более 50 млн т из общего объема продукции в 140 млн т. Ежегодно эта отрасль рыбного хозяйства приносит доход более 80 млрд. долларов. На первом месте по выращиванию водных биоресурсов находится Китай (31.42 млн т), на последующих ступенях первой десятки – также азиатские страны преимущественно с субтропическим и тропическим климатом – Индия, Вьетнам, Индонезия, Таиланд, Бангладеш. Однако в первую десятку входит и Норвегия, расположенная в приполярном регионе и традиционно входящая в число ведущих рыболовных держав мира (рис. 3).

В настоящее время эта страна с 4.6-миллионным населением располагает почти 500-ми современными рыболовными предприятиями и по уровню разведения лососевых рыб опережает другие государства, поставляя треть мирового производства. Только семги ежегодно в Норвегии выращивается более 700 тыс. т. В искусственных условиях производятся также форель и в гораздо меньшем количестве треска, арктический голец, атлантический палтус и моллюски – мидии, устрицы, гребешок.

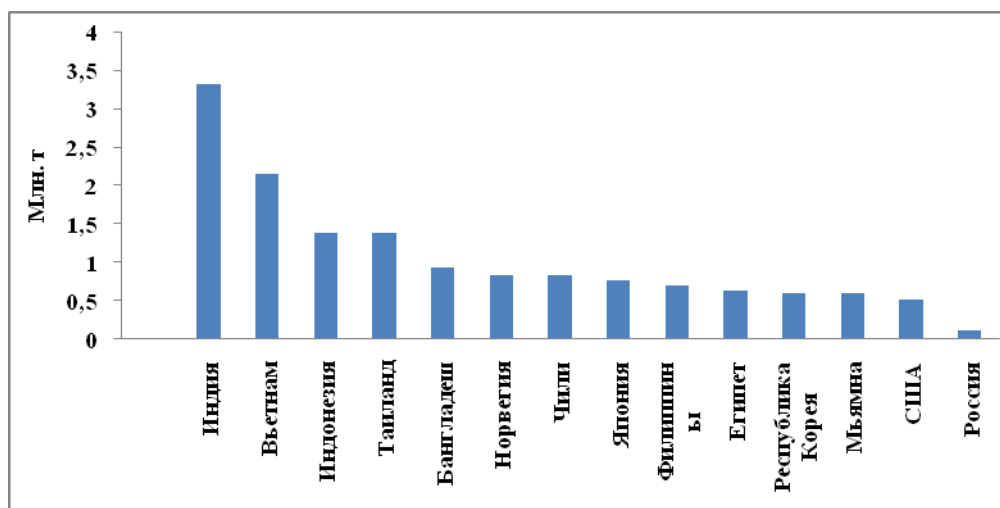


Рис. 3. Производство аквакультуры в некоторых странах мира (млн. т)

А что же Россия – страна с богатейшими водными ресурсами? Площадь морской акватории в Российской Федерации, пригодной для марикультуры, оценивается в 0,38 млн км<sup>2</sup>, озер и водохранилищ составляет приблизительно 26,8 млн га; длина рек равна примерно 523 тыс. км [23]. На всех этих водоемах выращивается 110-115 тыс. т рыбы, тогда как только из Норвегии в 2009 г. было импортировано рыбы на 800 млн долларов. На российских предприятиях выращиваются, в основном, карповые, тогда как гораздо более ценные осетровые, сиговые и лососевые рыбы составляют лишь незначительную часть. Думается, что перспективы развития аквакультуры в России связаны, в первую очередь, с этими группами рыб, о чем убедительно свидетельствует норвежский опыт. Несомненно, для Азова и Каспия самым перспективным и рентабельным направлением может быть товарное осетроводство. Нужно опираться на мировой опыт развития аквакультуры и при этом адаптировать его к реальной социально-экономической ситуации в России, учитывать отечественные разработки, в частности, опыт ММБИ и ЮНЦ. Можно дать следующие рекомендации по развитию аквакультуры в южных регионах России:

**В бассейнах Азовского и Черного морей:**

- интенсивно развивать марикультуру; выращивание самых продуктивных объектов, которыми являются моллюски (мидии и устрицы);
- на побережье Азовского моря наращивать товарное осетроводство, разведение рыбы в садках и установках замкнутого водообеспечения;
- активизировать селекционно-племенную работу с целью формирования высокопродуктивных ремонтно-маточных стад объектов аквакультуры;
- ввести новые объекты в структуру прудового и развивать пастбищное рыбоводство;
- осуществить мелиорация лиманов и зарыбление их полноценным и качественным рыбопосадочным материалом;
- реконструировать существующие рыбодных предприятия;
- восстановить нерестово-выростные хозяйства и естественные нерестилища судака и тарани методами рыбохозяйственной мелиорации.

**Для развития аквакультуры на Каспийском море необходимо:**

- увеличить масштабы товарного осетроводства в ильменях (площадь ильменей около 350 га);
- реконструировать существующие и построить новые садковые комплексы и установки замкнутого водообеспечения;
- наращивать марикультуру, товарное лососеводство и осетроводство;
- внедрить гибкие комбинированные индустриальные биотехнологии товарного выращивания объектов аквакультуры (чередования садкового выращивания и систем замкнутого водообеспечения).

Южный научный центр РАН совместно с Астраханским государственным техническим университетом и Мурманским морским биологическим институтом КНЦ РАН провел в последние годы большую работу по совершенствованию и разработке новых интенсивных технологий выращивания ценных видов рыб [1, 24]. В настоящее время разработана, апробирована и защищена патентами технологии интенсивного полноциклического выращивания осетровых рыб в зарегулированных условиях водной среды.

Метод прошел испытания в УЗВ научно-экспериментальной базы ЮНЦ РАН в 2007 и 2008 гг.



В 2009 г. подготовлен и реализован проект модульного фермерского рыбоводного комплекса полного технологического цикла производительностью 5 тонн осетровых в год. Разработанная технология является конкурентоспособной и экономически целесообразной. Она позволяет в короткие сроки добиться результатов, превосходящих западные образцы в 2-4 раза по таким показателям как прирост полезной продукции и уменьшение смертности на всех этапах производственного цикла. В модульных регулируемых системах для промышленных и фермерских предприятий кроме высококачественной товарной продукции (мясо осетровых, пищевая икра) возможно получение посадочного материала (личинки, молодь).

Мировой и отечественный опыт дают основания для заключения о благоприятных перспективах аквакультуры в современной России. Научное обоснование и производственный опыт для этого имеются достаточные. Сегодня, как никогда, нужна внятная и долгосрочная социально-экологическая политика в области водных биологических ресурсов. Еще в 2006 г. на совещании в Астрахани тогда еще заместителем председателя Правительства РФ Д.А. Медведевым было заявлено о необходимости мощного рывка в развитии аквакультуры, а главным препятствием этому процессу названо противодействие чиновников разных рангов. К сожалению, государство лишь декларировало свою заинтересованность в развитии аквакультуры, а до реальных шагов дело так и не дошло. В настоящее время в России не принят даже федеральный закон «Об аквакультуре», проект которого был подготовлен в 2006 г. Закон должен предусматривать положения о государственном регулировании развития товарного и пастбищного рыбоводства на основе стимулирования частной инициативы, учесть разделение полномочий федерального, региональных и муниципальных уровней органов власти.

Ответственность за развитие рыбной отрасли разделена между разными ведомствами. Рыболовство и связанные с ним вопросы находятся в компетенции Федерального агентства по рыболовству, тогда как товарное выращивание рыбы курирует Министерство сельского хозяйства. Последнее предприняло некоторые шаги для роста аквакультуры, подготовило и приняло стратегию развития этой отрасли на период до 2020 г. Однако данное направление не является приоритетным для Минсельхоза, соответственно реальных мер, таких как льготное кредитование предприятий, не осуществляется. Например, на поверхности лежат такие проблемы современного рыбоводства как:

- плохое состояние водоёмов, используемых для выращивания рыбы;
- нехватка специальных кормов нужного качества и по доступным ценам;
- отсталость применяемых технологий, износ технических средств, неудовлетворительное состояние гидротехнических сооружений;
- недостаток оборотных средств, препятствующий своевременному проведению противоэпизоотических и других мероприятий;
- отсутствие круглогодичного оптового рынка торговли рыбоводной продукцией.

Существующей нормативно-правовой базой состояние аквакультуры никак не регулируется. Выше уже говорилось, что соответствующий закон до сих пор не принят. Единственным документом является подготовленная Минсельхозом «Стратегия развития аквакультуры на период до 2020 г.», в которой обозначен ряд действенных мер государственной поддержки отрасли. Осталось принять соответствующий закон и необходимые подзаконные акты для её реализации.

### Литература

1. Матишов Г.Г., Абраменко М.И., Балыкин П.А., Безгачина Т.В. и др. Ихтиофауна Азово-Донского и Волго-Каспийского бассейнов и методы её сохранения. Ростов-на-Дону. Изд-во ЮНЦ РАН. 2009. 272 с.
2. Алексеев А.П., Пономаренко В.П. Рыбопромысловые прогнозы – есть ли шанс на выживание? // Тезисы докладов IX Всероссийской конференции по проблемам рыбопромыслового прогнозирования. Мурманск, ПИНРО. 2004. с. 14–18.
3. Шунтов В.П. Состояние биоты и биоресурсов морских макроэкосистем дальневосточной экономической зоны России // Бюллетень № 4 реализации «Концепции дальневосточной бассейновой программы изучения тихоокеанских лососей». Владивосток, ТИНРО-центр. 2009. с. 242–251.
4. Балыкин П.А., Бонк А.А., Буслов А.В., Варкентин А.И., Золотов А.О., Терентьев Д.А. Потери улова на промыслах Дальнего Востока и возможности их уменьшения // Экономические проблемы развития рыбной промышленности и хозяйства России в свете реализации концепции развития рыбного хозяйства Российской Федерации до 2020 года М. ВНИИЭРХ. 2004. с.78-86.
5. Ткач В.Н., Кузнецов Ю.А. Современное состояние и перспективы развития промысла полупроходных и речных рыб в Волго-Каспийском районе // Материалы международной научно-практической конф. «Комплексный подход к проблеме сохранения и восстановления биоресурсов Каспийского бассейна». Астрахань, КаспНИРХ. 2008. с. 161–165.

6. Бочаров Л.Н. Перспективный подход к обеспечению населения продуктами рыболовства // Известия ТИНРО. т. 138. 2004. с. 3-18.
7. Гусев Е.В., Соколов К.М., Древетняк К.В. К вопросу о фактическом изъятии и рациональном использовании приловов донных рыб в Баренцевом море // Тезисы докладов IX Всероссийской конференции по проблемам рыбопромыслового прогнозирования. Мурманск, ПИНРО. 2004. с. 56–58.
8. Балыкин П.А. Состояние и ресурсы рыболовства в западной части Берингова моря. М. ВНИРО. 2006. 142 с.
9. Шунтов В.П. Управление морскими биологическими ресурсами – это пока всё ещё мечта, а не реальность // Известия ТИНРО. т. 137. 2004. с. 232-240.
10. Балыкин П.А., Золотов А.О. Межвидовые отношения гидробионтов как фактор динамики численности // Исследования водных биоресурсов Камчатки и сев.-зап. части Тихого океана. Петропавловск-Камчатский КамчатНИРО 2010, вып.17, с. 24-29.
11. Шунтов В.П., Дулепова Е.П., Волвенко И.В., Темных О.С., Иванов О.А., Глебов И.Н. Современный статус, структура и рыбопродуктивность пелагических и донных макроэкосистем дальневосточных морей // Дальневосточные моря России. Книга 2. Исследования морских экосистем и биоресурсов. М.: Наука. 2007. с. 502–518.
12. Расс Т.С. Тенденции в изменении рыбных запасов Баренцева моря и их причины // Тезисы докладов V Всероссийской конференции по проблемам рыбопромыслового прогнозирования. Мурманск, ПИНРО. 1992. С. 96-97.
13. Бабаян В.К. Принципы рационального рыболовства и управления промысловыми запасами // I Конгр. ихтиологов России. Астрахань. сент., 1997. Тез. докл.: Астрахань. 1997. С. 57-58.
14. Варкентин А.И. К вопросу о качестве промысловых данных, используемых для расчёта запаса минтая в северной части Охотского моря методами математического моделирования // Тезисы докладов X Всероссийской конференции по проблемам рыбопромыслового прогнозирования. Мурманск, ПИНРО. 2009. с. 43–44.
15. Котенев Б.Н. К новой стратегии управления водными биологическими ресурсами в морях России // Перспективные задачи рыбохозяйственного комплекса России в достижении наиболее эффективного использования водных биоресурсов // Повышение эффективности использования водных биологических ресурсов Мирового океана. М. ВНИРО. 2005. С. 65-66.
16. Матишов Г.Г., Денисов В.В. Экосистемы и биоресурсы европейских морей России на рубеже XX и XXI веков. Мурманск: ООО «МИП-999». 1999.
17. Бочаров Л.Н. Развитие рыбохозяйственной науки на Дальнем Востоке. Задачи и особенности современного этапа // ТИНРО-85. Итоги десятилетней деятельности. 2000-2010гг. Владивосток, ТИНРО-центр. 2010. с. 3–24.
18. Bulatov O. Climate fluctuations and walleye Pollock biomass dynamics // PICES-2010. Program and Abstracts. Portland. USA. 2010. P. 90.
19. Долгов А.В., Ярагина Н.А., Древетняк К.В. Одновидовое прогнозирование состояния запасов гидробионтов или прогнозирование развития экосистемы – выбор парадигмы // Тезисы докладов X Всероссийской конференции по проблемам рыбопромыслового прогнозирования. Мурманск, ПИНРО. 2009. с. 54–56.
20. Каспийское море: о влиянии экологических изменений на биоразнообразие и рыбопродуктивность. Астрахань, КПЦ «Полиграфком», 2009. 404 с.
21. Матишов Г.Г., Балыкин П.А., Бонк А.А., Карпенко В.И. и др. Современное состояние экосистемы западной части Берингова моря. Ростов-на-Дону: Изд-во ЮНЦ РАН, 2010. 388 с.
22. Балыкин П.А. К вопросу о промысловом районировании западной части Берингова моря // Вопросы рыболовства, Т. 10. № 1(29). 2009.С. 135–149.
23. Киселев А.Ю., Нестеренко А.А., Мельченков Е.А., Рекубратский А.В. Основные направления развития пресноводной аквакультуры и проблемы их научного сопровождения // Материалы Международной научно-практ. конф. «Рациональное использование пресноводных экосистем – перспективное направление реализации национального проекта «Развитие АПК»». М.: изд-во Россельхозакадемии. 2007.
24. Матишов Г.Г., Пономарев С.В., Пономарева Е.Н. Инновационные технологии индустриальной аквакультуры в осетроводстве / Под общей редакцией проф. С.В. Пономарева. Ростов-на-Дону: Изд-во ЮНЦ РАН, 2007. 368 с.
25. Шунтов В.П., Волвенко И.В., Темных О.С., Волков А.Ф., Заволокин А.В., Найденко С.В., Долганова Н.Т. К обоснованию экологической емкости дальневосточных морей и субарктической Пацифики для пастбищного выращивания тихоокеанских лососей. Сообщение 1. Нагуль-

УДК621.436

## **ОБЕСПЕЧЕНИЕ НАДЕЖНОЙ РАБОТЫ СУДОВОЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ УСТАНОВКИ С ПОМОЩЬЮ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ТОПЛИВНОЙ АППАРАТУРЫ ДИЗЕЛЯ**

*В.А. Агеев (КамчатГТУ)*

*В настоящей работе проанализирована проблема обеспечения безопасной эксплуатации судовой энергетической установки (СЭУ), рассмотрены способы диагностирования технического состояния СЭУ, предложен метод диагностирования технического состояния топливной аппаратуры судового дизеля при помощи системы НК-100, приведен пример использования данной системы на судах типа БАТМ проекта 1288 и оценена экономическая эффективность от ее применения*

Развитие человеческого общества невозможно представить без использования Мирового океана. По его голубым дорогам перевозится более 80% внешнеторговых грузов, миллионы людей совершают на судах деловые и туристические поездки. Океан является источником важнейших биологических ресурсов. Последние годы все больше плавучих и стационарных установок ведут разведку и добычу нефти, газа и других полезных ископаемых океанского шельфа, проводятся гидротехнические работы.

Для решения поставленных перед обществом задач океан бороздят тысячи судов и плавучих сооружений специального назначения. Люди, работающие на этих плавучих островах, находятся в условиях повышенного риска. Ежегодно в мировом морском флоте терпят аварии около 8000 судов валовой вместимостью 500 и более регистровых тонн, из них гибнет порядка 200. Непосредственной опасности подвергается жизнь 6000 человек, из которых 2000 погибает [4].

Проблема обеспечения безопасности мореплавания является одной из наиболее важных в процессе эксплуатации судов различного назначения. От ее правильного решения зависит безопасность членов экипажа и пассажиров, сохранность самих плавучих средств, грузов и других материальных ценностей.

Безопасность человека на море зависит от состояния всего комплекса технических средств, обеспечивающих его пребывание в море. Риск для жизни может быть вызван различными обстоятельствами – ошибками, допущенными экипажами, просчетами при проектировании и постройке судна, воздействием форс-мажорных обстоятельств, отказами отдельных систем и устройств самого судна. Безопасная эксплуатация судовых технических средств зависит от степени их надежности.

На современном этапе развития техники, обеспечение надежности является весьма актуальной и сложной. На основные показатели надежности установлены нормативы, которые отражены в государственных стандартах и технических условиях. Надежность следует рассматривать как одну из основных характеристик судового оборудования в целом. Под надежностью понимают свойство объекта сохранять во времени в установленных пределах значения всех параметров, характеризующих способность выполнять требуемые функции в заданных режимах и условиях применения, технического обслуживания, ремонтов, хранения и транспортировки [2].

За счет регулярного оценивания состояния оборудования в эксплуатации снижается количество отказов. Процесс определения состояния технического объекта называется диагностированием. Техническая диагностика представляет теорию, методы и средства обнаружения и поиска дефектов объектов.

Задачи диагностирования – это задачи определения технического состояния, в котором находится объект не только в настоящий момент времени, но и в котором объект окажется в некоторый будущий момент времени. Согласно источнику [3] в основе решения диагностических задач лежит, прежде всего, оптимальный выбор физического явления, дающего наиболее эффективную информацию о параметре диагностирования. Важнейшей проблемой становится не фиксация дефекта как возникающего отклонения от нормируемого параметра, а исследование и регистрация физических и других эффектов, предшествующих времени перехода материала или

изделия в «дефектное» состояние.

Диагностирование технического состояния любого объекта осуществляется теми или иными средствами диагностирования. Средства могут быть аппаратными или программными; в качестве средства может также выступать человек-оператор. Средства и объект диагностирования, взаимодействующие между собой образуют систему диагностирования. Различают системы тестового и функционального диагностирования. В системах тестового диагностирования на объект подаются специально организуемые тестовые воздействия. В системах функционального диагностирования, которые работают в процессе применения объекта по назначению, подача тестовых воздействий, как правило, исключается; на объект поступают только рабочие воздействия, предусмотренные его алгоритмом функционирования [3].

Интеллект диагностики начинается, прежде всего, с правильного выбора физического эквивалента, наиболее адекватного изучаемому явлению, характеризующему работоспособность объекта. На основе этого должна проектироваться диагностическая технология. Для решения этой проблемы используются датчики на базе микроэлектронной технологии, построенные на основе самых различных физических явлений.

Судовая энергетическая установка – это комплекс механизмов и агрегатов, которые обеспечивают движение судна, управление судном и судовые потребности в электроэнергии, сжатом воздухе, паре и горячей воде. Дизель является «сердцем» судовой энергетической установки, поэтому от его надежной работы зависит безопасная эксплуатация всей судовой энергетической установки.

Важной задачей в процессе эксплуатации дизеля является поддержание достигнутой работоспособности. Для контроля над техническим состоянием дизелей используют метод без разборной диагностики.

В эксплуатации при контроле и диагностике параметры технического состояния дизеля, как правило, определяют косвенно с помощью измерения давления и температуры газов и жидкостей, уровней вибрации и шума, концентрации в рабочем масле продуктов износа трущихся деталей, расхода, состава и свойств выпускных газов, смазочного масла, охлаждающей воды, температуры деталей. Для количественной оценки технического состояния дизеля по результатам измерений диагностических параметров должны быть известны их нормативные значения: номинальное, допустимое и предельное. Названные параметры достаточно полно отражают техническое состояние и качество функционирования дизеля и содержат необходимую для диагностики информацию. Нормативные значения параметров позволяют определить работоспособность и исправность дизеля в данный момент и прогнозировать остаточный ресурс его исправной работы [3].

Статистика отказов позволяет сделать вывод о том, что топливная аппаратура является наиболее уязвимым в эксплуатационном отношении узлом двигателя: большинство вынужденных остановок в море происходит из-за неполадок в топливной аппаратуре. Согласно источнику [2] для главных малооборотных двигателей за десять тысяч часов эксплуатации число остановок составляет 22–26% общего числа отказов по двигателю. Для отдельных дизелей процент отказов зафиксирован еще больше (до 46% и более). При этом наиболее слабым звеном топливной аппаратуры, с точки зрения надежности, являются форсунки, на долю которых приходится 80% всех отказов топливной аппаратуры.

По мнению автора [5] обнаружение большинства неисправностей очень затруднено в связи с постепенным их возникновением, а также вследствие того, что их влияние на выходные показатели дизеля аналогично влиянию отказов в системах воздушноснабжения и газораспределения. Это является причиной дополнительных работ по разборке, проверке и осмотру узлов и деталей двигателя. Таким образом, применение методов и средств без разборного диагностирования топливной аппаратуры на работающем дизеле является актуальной задачей.

Основной причиной отказа топливной аппаратуры является выход из строя распылителей, нагнетательных клапанов, пружин форсунок и трубопроводов высокого давления.

Согласно источнику [6] полную потерю работоспособности топливной аппаратуры можно обнаружить при непосредственном ее осмотре (по подтеканию топлива, самопроизвольному отключению цилиндра) либо по экстремальным параметрам цилиндро-поршневой группы (вибрации, дыму, высокой температуре отработавших газов). Чтобы определить изменение таких параметров функционирования топливной аппаратуры, как цикловая подача, угол подачи, максимальное давление впрыскивания и другие, требуется аппаратура диагностирования.

Задачи эксплуатационного диагностирования являются замыкающим звеном в системном подходе к реализации проблемы минимизации суммарных затрат на разработку, изготовление и эксплуатацию двигателей внутреннего сгорания.

В настоящее время техническое диагностирование получает все более широкое распростране-

ние. Основной его особенностью является исключение субъективности оценки технического состояния объекта, что возможно при решении задач установления диагноза с помощью специальных технических средств. Вследствие многообразия типов двигателей внутреннего сгорания, области их применения, условий эксплуатации различны подходы к проблеме диагностирования.

Полагая, что процессы и явления, происходящие в двигателе, определяются сочетанием размеров и соотношений конструктивных элементов, целесообразно считать исходным при диагностировании структурный параметр. Он представляет собой какой-либо определяющий размер или сочетание размеров, толщину отложения (смола, сажи, лаков), величину деформации. Невозможность в большинстве случаев прямого измерения структурного параметра в работающем объекте приводит к необходимости поиска таких заменяющих параметров, которые находились бы в тесной связи со структурным параметром и являлись бы вследствие этого информативными. Каждый из них может с приемлемой степенью точности характеризовать структурный параметр и выбираться в качестве диагностического.

Существующие методы диагностики дизелей в эксплуатации, прежде всего, направлены на решение задач по оценке состояния лишь тех элементов дизеля, от которых в наибольшей степени зависит эффективность его работы, надежность которых низки, а потери времени и средств на их восстановление большие [3].

Надежность и долговечность дизеля зависят от качества протекания процессов сгорания в цилиндрах дизеля. Неудовлетворительное протекание процесса сгорания может быть следствием плохой работы топливной аппаратуры. Полная потеря работоспособности топливной аппаратуры может быть обнаружена по экспериментальным параметрам: вибрации, дыму, высокой температуре выпускных газов, самопроизвольному отключению цилиндра.

Диагностика топливной аппаратуры в полном объеме на работающем дизеле может быть проведена путем непосредственного измерения и сравнения с эталонными значениями ряда параметров процесса впрыска: давления открытия иглы форсунки, интенсивность роста давления топлива до открытия иглы форсунки, начала и продолжительности впрыска, цикловой подачи топлива. Для получения перечисленных данных необходимы специальные датчики (давления топлива, подъема иглы форсунки, отметок угла поворота коленчатого вала) и регистрирующая аппаратура. Поэлементная диагностика применяется для выявления причины, места и характера скрытых неисправностей [6].

Согласно источнику [5] многие фирмы-разработчики систем технического диагностирования переключаются на создание простых локальных систем, которые предназначены для решения частных задач (текущей оценки технического состояния элементов и узлов, определения причин возникающих неисправностей) по отдельным наиболее ответственным деталям и узлам дизеля. Такие системы в своем составе имеют компьютерные комплексы, но предполагают участие судового персонала в процессе диагностики. У нас в стране созданы разнообразные приборы и системы для диагностики дизелей.

В настоящее время все большее количество судов оснащаются системами технического диагностирования, например, норвежской фирмы «Аутроника». Опыт применения системы этой фирмы, на более чем пятисот судах мирового флота, показал высокую надежность системы, простоту в эксплуатации, достаточно информативную и относительно высокую точность измерения параметров [1].

Конструктивно система НК-100 представляет собой микроэлектронный калькулятор среднего индикаторного давления с цветным дисплеем, с микропроцессором (рис.1). Она имеет большое число входов и выходов, но снабжена программами для выполнения значительного объема вычислительных работ. Цифровая и функциональная клавиатура позволяет производить управление процессами сбора, обработки и представления информации на дисплее или на цветном принтере, а также обеспечивает операции с внешней памятью [7].

Данная система дает возможность представления на экране монитора и на принтере, цифровых и графических значений по каждому цилиндру комплекса параметров. Количество и точность выдаваемых на печать и индикацию параметров значительно выше, чем при обычных методах индицирования. На печать одновременно выдаются истинные усредненные за пять циклов значения параметров процессов впрыска и горения и их контрольные значения для контроля и анализа работы каждого цилиндра. Такими параметрами являются: давление сжатия, давление впрыска топлива, максимальное давление сгорания, давление расширения, момент воспламенения, момент достижения максимального давления, момент и длительность открытия форсунки, «разброс» давлений впрыска и среднего индикаторного давления. Сравнивая истинные значения этих параметров с контрольными, судовые механики имеют возможность оптимально регулировать процессы топливо- и

воздухоподачи и, следовательно, повышать экономичность работы дизеля.

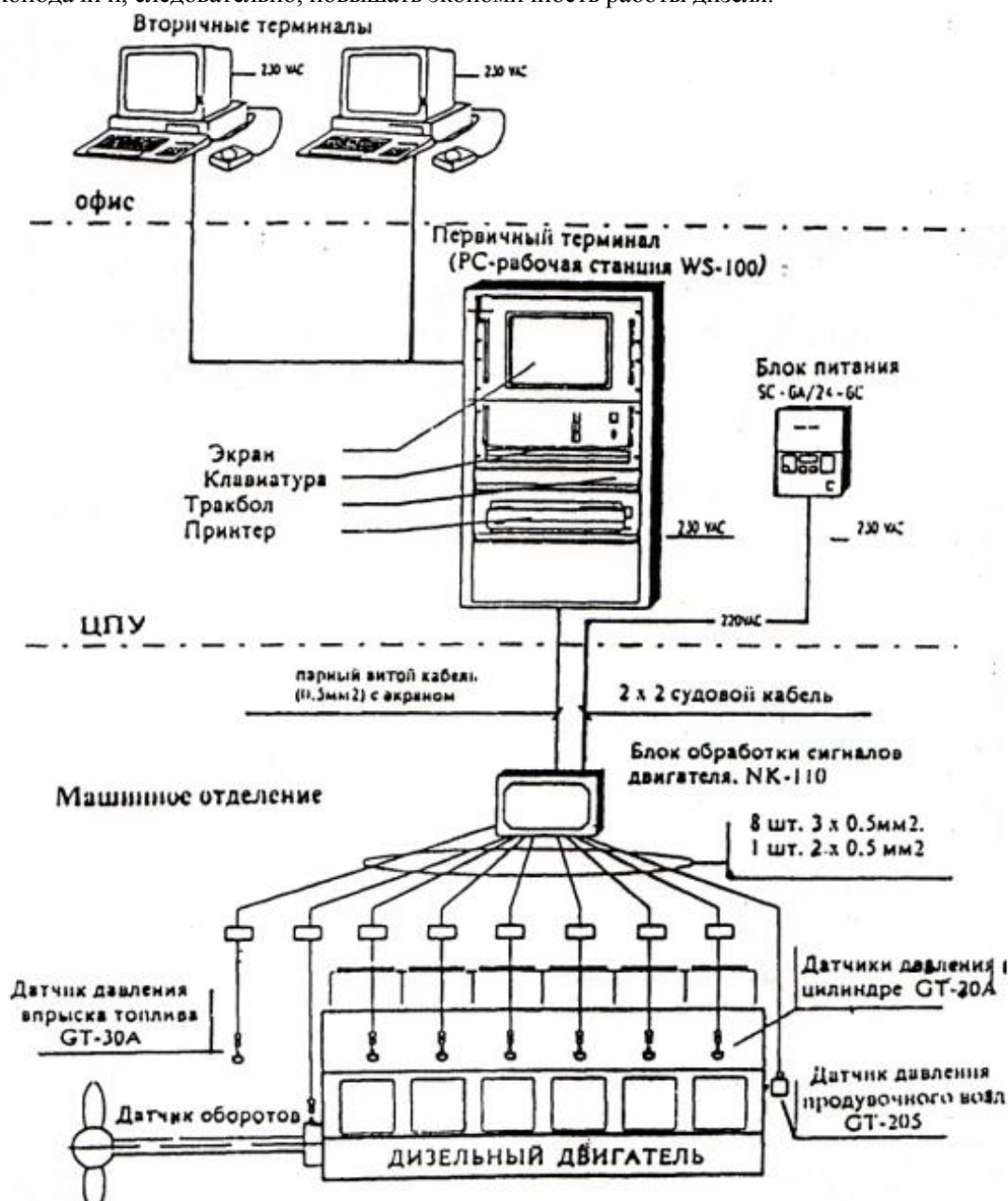


Рис. 1. Блок-схема диагностической системы НК-100

Согласно источнику [7] в главном перечне решаемых задач диагностической системы НК-100 представлены пять функций, имеющих в свою очередь перечни задач. Подключение библиотек – нажатием одной из пяти клавиш.

Первая функция – выбор и измерение основных параметров, и предоставление их в виде цифр и графиков на экранах мониторов. К ним относятся:

- параметры рабочего процесса, происходящие в цилиндрах, представляемые в виде индикаторной диаграммы;
- данные процесса топливоподачи, записываемые на диск;
- сравнительные данные о текущих значениях параметров рабочего процесса и их эталонных величинах для каждого цилиндра;
- вызов на экран монитора измеренных параметров из внешней памяти.

Вторая функция касается анализа состояния двигателя, т.е. представления сводных данных (в графической или табличной форме) о параметрах рабочего процесса и впрыскивания топлива в цилиндрах по двигателю в целом.

Третья функция – ввод и коррекция условий процессов контроля и отображения информации, т.е. коррекция верхней мертвой точки (ВМТ); запись и распечатка конструктивных пара-

метров двигателя; кодирование и распечатка вышеперечисленных параметров и информации.

Наконец функции контроля состояния поршневых колец и операции с внешней памятью (кодирование и представление массива измеренных данных на гибкий диск в объеме 307 режимов работы; подготовка диска и запись последующих измерений). Также предусмотрено усреднение измеренных данных, выполняемое калькулятором за десять циклов. Для получения и обработки информации о состоянии двигателя система НК-100 оснащена комплектом датчиков.

Очень важно, что система НК-100 сопряжена с персональным компьютером. Имеется возможность подключать другие терминалы к системе в локальную сеть, что позволит осуществлять распределенное считывание данных и кривых. Применение ЭВМ значительно расширяет функциональные возможности системы и повышает эффективность диагностирования в целом. Благодаря использованию специальных программ «Дизель-проф» производится автоматизированный анализ технического состояния двигателей. Диск с этой программой, может использоваться любым компьютером, совместимым с компьютером фирмы, на борту или в компании. Благодаря этому можно оценить правильность технической эксплуатации двигателя обслуживающим персоналом. Программа «Дизель-проф» может применяться для всех типов судовых двигателей. Индивидуальные значения и параметры могут быть введены в программу судовой машинной командой.

Необходимо отметить и то, что с помощью одного комплекта диагностической аппаратуры НК-100 можно осуществлять диагностирование всех двигателей машинного отделения.

С помощью диагностической системы НК-100 можно проанализировать состояние двигателя в целом и по некоторым параметрам в зависимости от технического состояния топливной аппаратуры.

Для того, чтобы определить правильно ли отрегулирован двигатель по углу опережения подачи топлива, необходимо получить кривую топливоподачи, по которой можно определить угол начала и конца подачи топлива. Если этот угол не соответствует паспортным данным необходимо его отрегулировать. Так же по кривой топливоподачи можно определить максимальное давление топлива и моменты открытия и закрытия нагнетательного клапана и по этим данным судить о плотности нагнетательного клапана. В зависимости от активного хода плунжера по достижению максимального давления можно дать оценку состоянию плунжерной пары. Если давление топлива будет нарастать медленно, то причиной этого может быть износ плунжерной пары. На дисплее диагностической системы НК-100 можно получить развернутую индикаторную диаграмму, и по ней оценить состояние распылителя форсунки или топливного насоса высокого давления. Получив индикаторные диаграммы для всех цилиндров двигателя и параметры цилиндрической мощности можно судить о неравномерности нагрузки по цилиндрам, а следовательно и неравномерности цикловой подачи по цилиндрам. Результаты измерений в виде кривых давлений и цифровых значений измеренных параметров выводятся на цветной дисплей и печатающее устройство. Встроенный микропроцессор позволяет данные измерений сохранять в памяти и в дальнейшем сопоставлять данные, с прежними или эталонными.

В качестве примера в работе приводятся кривые процесса расширения, кривые впрыскивания топлива, кривые процесса сгорания, кривые давления топлива у форсунки, кривые давления впрыскивания, снятые прибором с главного двигателя судна типа БАТМ проекта 1288.

Диагностическая система НК-100 может снимать значения с 64 цилиндров, поэтому для судов типа БАТМ и БМРТ, где установлено несколько дизель-генераторов и главный двигатель рентабельно, установить систему для оценки технического состояния всех двигателей. Дисплей, на который выдаются все параметры можно установить в центральном посту управления машинного отделения, благодаря чему можно непрерывно наблюдать за параметрами двигателей и своевременно давать оценку технического состояния топливной аппаратуры.

При установке системы НК-100 решается целый ряд задач, связанных с экономичностью двигателя и его техническим обслуживанием. Уменьшается количество трудоемких операций по обнаружению и устранению неисправностей, возникающих в топливной аппаратуре. По полученным параметрам и графикам, можно точно определить какая неисправность, и в какой из деталей топливной аппаратуры возникла, и своевременно предупредить дальнейшее ее развитие, и выход из строя. Благодаря этому увеличивается срок службы деталей топливной аппаратуры и цилиндропоршневой группы, а это, в свою очередь сказывается на увеличении продолжительности рейса.

Себестоимость продукции складывается из затрат на ее изготовление. Большая часть денежных средств, приходится на закупку горюче-смазочных материалов. Если сократить затраты на приобретение топлива, то это приведет к снижению цены на товар, что увеличит конкурентноспособность выпускаемой продукции. По статистическим данным, приведенным в источниках [1; 3] применение системы технического диагностирования НК-100 позволяет экономить до 3%

топлива в год и уменьшить количество сборочно-разборочных работ и операций на 25 %, повысить некоторую степень автоматизации судовой энергетической установки, что принесет дополнительный экономический эффект. В работе приводится расчет экономического эффекта применения системы НК-100 на конкретном судне, из которого следует, что система окупается примерно за год эксплуатации судна.

### Литература

1. Витюк С.К., Запитис В.А., Финогенов А.А. Система технического диагностирования НК. – Л.: Судостроение, 2004.
2. Камкин С.В., Возницкий И.В., Шмелев В.П. Эксплуатация судовых дизелей. – М.: Транспорт, 2006.
3. Моек Е.Н., Штрикерт Х.А. Техническая диагностика судовых машин и механизмов. – Л.: Судостроение, 2005.
4. Новиков А.И., Мозолев В.И. Безопасность мореплавания и надводный борт. – Севастополь: СевНТУ, 2003.
5. Олейников Б.И. Техническая эксплуатация дизелей судов флота рыбной промышленности. – М.: Агропромиздат, 1996.
6. Русинов Р.В. Топливная аппаратура судовых дизелей. – Л.: Судостроение, 2001.
7. Техническое описание и инструкция по эксплуатации диагностической системы НК-100.

УДК 669.713.7.

### ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ КРИОГЕННОГО ЗАМОРАЖИВАНИЯ МИДИИ ТИХООКЕАНСКОЙ

*Л.И. Балыкова, В.А. Иодис, К.В. Галкин (КамчатГТУ)*

*Изложены результаты исследований по экологически безопасной низкотемпературной обработке азотом мидии тихоокеанской. Экспериментально получены новые значения основных параметров процесса замораживания мидии; эти данные использованы при разработке технологии производства мидии.*

В настоящее время отмечается неуклонное наращивание мирового производства мидий. Значительный объем исследований, как и промышленная мариккультура тихоокеанской мидии, осуществляется на Дальнем Востоке. Мидия широко распространена на шельфе Камчатки и экологически замещает морфологически близкую ей североатлантическую *Mytilus edulis*. Хотя российский рынок морских деликатесов находится в стадии роста, и рыночная конъюнктура неустойчива, спрос на морские деликатесы, в частности, на вареную мидию, постоянно увеличивается.

Мидия тихоокеанская во многих странах мира используется как деликатесный продукт и как источник ценных биологически активных веществ, обладающих стимулирующе-тонизирующим действием. Среди обнаруженных в мидии веществ наибольший интерес представляют иммуномодуляторы, которые способствуют повышению иммунитета. Из мидии также выделены различные гормоны – прогестерон, андростерон, тестостерон и другие, жирные кислоты, фосфолипиды, белки. Эти вещества успешно применяются в медицине, как для лечения внутренних органов, так и для восстановительных процессов в ортопедии и офтальмологии. Мидии могут быть использованы для получения фармакологически значимых препаратов [2,5].

Учитывая уникальность получаемых из мидий веществ, важно сохранить питательные и биологически активные компоненты сырья.

Известно, что одним из перспективных методов сохранения качества пищевых продуктов является замораживание с использованием жидкого и газообразного азота. Основными преимуществами этого метода являются высокая скорость замораживания, максимальное сохранение качества продукта, экологическая безопасность процесса.

Однако, как показал анализ литературных источников, исследования по низкотемпературной обработке жидким и газообразным азотом мидии тихоокеанской не проводились [1,4].

Цель исследования заключается в разработке технологии низкотемпературной обработки мидии



тихоокеанской (*Mytilus Trossulus*) экологически безопасным криоагентом.

Для определения влияния криогенного замораживания на скорость изменения качественных показателей мидии тихоокеанской нами разработана и смонтирована экспериментальная установка для исследования процессов замораживания жидким и газообразным азотом при температурах среды от минус 70 до минус 196°С, представленная в монографии [6]. Установка обеспечивает следующие режимы:

- режим № 1 – замораживание в среде жидкого и газообразного азота;
- режим № 2 – замораживание в воздухе при температуре минус 25°С.

В процессе криогенного замораживания продукт проходит через три зоны замораживания.

В первой зоне происходит предварительное охлаждение продукта парами криогенного хладагента. Во второй зоне продукт подвергается непосредственному орошению жидким азотом. В третьей зоне происходит выравнивание температуры по толщине продукта. После выхода из аппарата продукт подвергается упаковке и укладке, после чего поступает на хранение в холодильную камеру «Sanyo MDF-U3086S».

В режиме № 2 достижение температуры воздуха минус 25°С обеспечивали с помощью холодильной машины. Замораживание продукта осуществлялось за счет конвективного теплообмена с холодным воздухом. Измерение температуры в процессе замораживания проводилось при помощи многоканального измерителя-регулятора температуры ИРТ-4.

Обработку экспериментальных данных выполняли с помощью персонального компьютера – процессора электронных таблиц Excel в Windows XP. Скорость потока парожидкостной смеси измеряли с помощью электронного анемометра марки CFM master 86915, расход азота – с помощью электронных весов марки ПВ-100. Для определения массы продукта применяли электронные весы марки ПВ-15.

Экспериментально полученные данные сравнивали с литературными, полученными по известной методике [4].

При замораживании мидии в створке, уложенной в один слой, ее рассматривали как пластину ограниченных размеров.

Процесс замораживания разбивался на три стадии:

- I стадия – охлаждение поверхности мидийной мантии от плюс 10 до минус 1,5°С при вынужденной конвекции среды;
- II стадия – понижение температуры мидийной мантии, орошаемой жидким азотом, до минус 1,5°С в термическом центре моллюска;
- III стадия – понижение температуры термического центра мидии от минус 1,5 до минус 25 °С при вынужденной конвекции среды.

Для всех стадий замораживания процесс являлся нестационарным.

Продолжительности каждой стадии при меняющихся  $t_{cp}$  и  $\delta$  представлены в табл. 1. Анализ данных показал, что продолжительность замораживания  $\tau$  зависит от толщины слоя продукта  $\delta$  и  $t_{cp}$ . Это позволило обосновать значения  $t_{cp}$  и  $\delta$  для проведения экспериментальных исследований.

Исследования проводили при температуре  $t_{cp}$  минус 70, минус 100, минус 120 °С для мидии в створке и для варено-мороженого мяса мидии при разных толщинах продукта  $\delta$ .

Таблица 1

**Продолжительность замораживания моллюска**

Номер варианта	Температура среды $t_{cp}$ , °С	Продолжительность I стадии, с	Продолжительность II стадии, с	Продолжительность III стадии, с	Общая продолжительность $\tau$ , с
Толщина слоя продукта 0,010 м					
Вариант № 1	-70	170	70	181	421
Вариант № 2	-100	71	60	98	229
Вариант № 3	-120	56	57	72	185
Толщина слоя продукта 0,014 м					
Вариант № 4	-70	194	121	360	675
Вариант № 5	-100	83	107	192	382
Вариант № 6	-120	61	100	144	305
Толщина слоя продукта 0,02 м					
Вариант № 7	-70	340	222	742	1304
Вариант № 8	-100	102	197	383	682
Вариант № 9	-120	68	187	287	542

В качестве контрольных вариантов рассматривали замораживание мидий при температуре  $t_{cp}$  минус 25°С и толщине слоя продукта  $\delta$  от 0,01 до 0,02м.

В процессе проведения экспериментов определяли изменение температур в центре слоя  $t_{ц} = f(\tau)$ , на поверхности  $t_{п} = f(\tau)$ , парогазовой среды  $t_{ср} = f(\tau)$ , створок моллюска  $t_{ст} = f(\tau)$ .

На рис. 1 представлены графические зависимости изменения температуры во времени при замораживании мидии в створке при условии  $\delta = 0,02$  м,  $t_{ср} = -120^{\circ}\text{C}$ . Для других вариантов замораживания мидии в створке характер графических зависимостей был аналогичен.

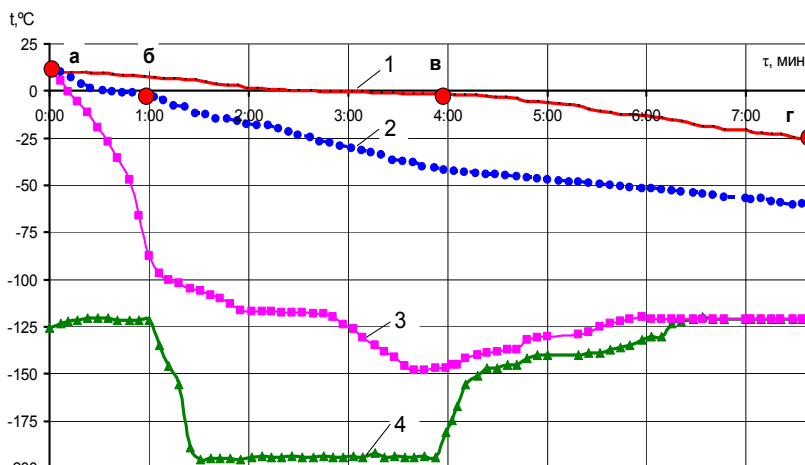


Рис. 1. Экспериментальные зависимости температуры от времени для варианта № 9: 1 –  $t_{ц} = f(\tau)$ ; 2 –  $t_{п} = f(\tau)$ ; 3 –  $t_{ср} = f(\tau)$ ; 4 –  $t_{ст} = f(\tau)$ ; I стадия – а - б, II стадия – б - в, III стадия – в - г

Анализ полученных данных показал, что с увеличением толщины продукта от 0,01 до 0,02 м продолжительность процесса замораживания увеличивается в 2,7÷3 раза, а с понижением  $t_{ср}$  от минус 70 до минус 120°С продолжительность процесса замораживания снижается более чем в два раза.

Расхождение аналитических и экспериментальных результатов не превышало 17,2%.

Продолжительность каждой стадии процесса замораживания вареных мидий представлена в таблице 2 и на рисунке 2. Анализ полученных данных при замораживании вареных мидий показал следующее:

- с понижением  $t_{ср}$  от минус 70 до минус 100°С наблюдается сокращение продолжительности замораживания мидии  $\tau$  до температуры минус 25°С в центре в 1,31 раза при возрастании скорости процесса в 1,45 раза (табл. 2);

- с понижением температуры среды от минус 100 до минус 120°С наблюдается сокращение продолжительности замораживания образца до температуры минус 25°С в центре (табл. 2) в 1,23 раза при возрастании скорости процесса в 1,14 раза.

Скорость замораживания для контрольного варианта была ниже, чем для остальных вариантов, и составила 0,0037 м/ч, что соответствует по классификации МИХ медленному замораживанию.

Процесс замораживания по варианту № 12 имеет наивысшую скорость замораживания, которая равна 0,33 м/ч (табл. 2), что по классификации МИХ соответствует сверхбыстрому замораживанию, а значит, позволяет уменьшить негативное воздействие процесса замораживания на качественные показатели вареного моллюска [3, 4].

Таблица 2

**Продолжительность процесса замораживания вареных мидий**

Номер варианта	Скорость замораживани, м/ч	Температура среды II стадии, °С	Продолжительность I стадии, с	Продолжительность II стадии, с	Продолжительность III стадии, с	Общая продолжительность замораживания, с
Вариант № 10	0,2	-70	94	180	210	484
Вариант № 11	0,29	-100	75	123	171	369
Вариант № 12	0,33	-120	49	110	141	300
Контрольный вариант	0,0037	-25	1030	6920	1830	9780

Определены также значения удельного расхода жидкого азота.

Анализ полученных данных показал, что минимальный удельный расход азота 1,04 кг/кг наблюдался для варианта № 10 при  $t_{ср} = -70^{\circ}\text{C}$ , что соответствовало большему перегреву паров азота. Расход жидкого азота для варианта № 12 выше в 1,05 раза, чем для варианта № 11, однако при этом существенно сокращается продолжительность процесса – в 1,23 раза, а скорость замораживания увеличивается в 1,14 раза.

Таким образом, замораживание по варианту № 12 при  $t_{cp} = -120^{\circ}\text{C}$  обеспечивает наилучшие условия замораживания вареной мидии, что позволяет увеличить выход готового продукта на 28%, сократить продолжительность технологического процесса в 12 раз, и снизить потери при размораживании продукта.

На основании проведенных исследований разработаны технологические инструкции по производству мидии тихоокеанской мороженой ТИ № 001–2009 к ТУ ОСТ 15–158–95 «Мидия тихоокеанская мороженая» и ТИ № 002–2009 к ТУ ОСТ 15–158–95 «Мидия тихоокеанская варено-мороженая». Промышленная апробация разработанных технологий по производству мидии тихоокеанской мороженой, проведенная на предприятии «ИП Шевцов В.С.», показала их высокую эффективность при реализации в промышленных условиях.

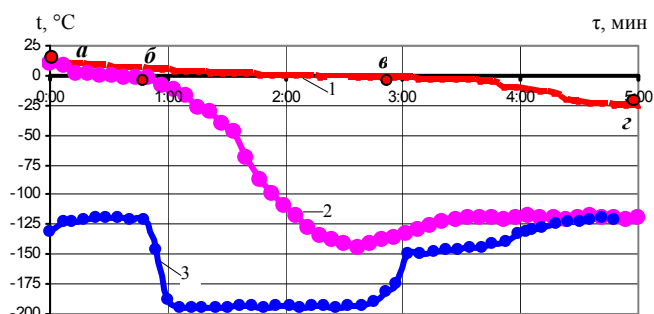


Рис. 2. Экспериментальные зависимости температуры от времени для варианта №12: 1 –  $t_{ц} = f(\tau)$ ; 2 –  $t_{н} = f(\tau)$ ; 3 –  $t_{cp} = f(\tau)$ ; I стадия – а-б, II стадия – б-в, III стадия – в-г

### Литература

1. Алмаши Э., Эрдели Л., Шарой Т. Быстрое замораживание пищевых продуктов. – М.: Легкая и пищ. пром-сть, 1981. – 408 с.
2. Балыкова Л.И., Иодис В.А. Исследование по замораживанию мидии тихоокеанской с использованием жидкого азота // Белые ночи: Материалы юбилейных науч. чтений, Санкт-Петербург, 3–4 июня 2008 г. – СПб.: МАНЭБ, 2008. – Т.1. – С. 406 – 411.
3. Богданов В.Д., Карпенко В.И., Норинев Е.Г. Водные биологические ресурсы Камчатки: Биология, способы добычи, переработки. – Петропавловск-Камчатский: Новая книга, 2005. – 264 с.
4. Венгер К.П., Выгодин В.А. Машинная и безмашинная системы хладоснабжения для быстрого замораживания пищевых продуктов. – Рязань: Узоречье, 1999. – 143 с.
5. Иодис В.А. Экологически безопасная технология переработки мидии тихоокеанской // Вестник: МАНЭБ, 2008. – Т. 13. – № 3 (приложение). – С. 216–220.
6. Комплексное обеспечение региональной безопасности: Монография / Под ред. А.Я. Исакова. – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2010. – 240 с.

УДК 669.713.7.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КРИОАГЕНТОВ В ТЕХНОЛОГИЯХ ПЕРЕРАБОТКИ ГИДРОБИОНТОВ

*Л.И. Балыкова, М.А. Смирнов (КамчатГТУ)*

*В данной работе описана экспериментальная установка и приведены данные исследований по охлаждению гидробионтов с использованием криоагентов, что позволяет обеспечивать увеличение сроков холодильного хранения, а также экологическую безопасность производства охлажденной продукции.*

Способы охлаждения гидробионтов классифицируются по охлаждающей среде. В промышленности получили распространение следующие способы охлаждения гидробионтов: льдом, холодной морской водой, льдоводяной смесью, смесью льда и поваренной соли, а также воздухом [4].

Каждый из применяемых способов охлаждения имеет определенные преимущества и недостатки по сравнению с другими способами. Однако общий недостаток заключается в ограниченных сроках хранения гидробионтов в охлажденном состоянии.

Для достижения минимальных изменений в гидробионтах [2] требуется быстрое охлаждение с использованием экологически безопасных охлаждающих сред, обладающих бактерицидными свойствами. Это может быть достигнуто за счет использования для обработки гидробионтов различных криоагентов.

Известно использование в пищевой промышленности следующих криоагентов: фреонов (R13, R14, R170, R50), твердого диоксида углерода, жидкого и газообразного азота и др. [1]. Известен опыт охлаждения и замораживания фреонами мяса птицы (курицы, индейки, утки) [3].

Такие фреоны как R13 и R14 имеют достаточно низкую температуру кипения – от минус 80°C до минус 130 °C, что удовлетворяет условиям быстрого охлаждения продукта. Однако данные хладагенты являются хлорсодержащими веществами. В соответствии с «Монреальским протоколом по веществам, разрушающим озоновый слой», использование таких веществ запрещается.

Хладагенты R170 (этан) и R50 (метан) являются взрывоопасными веществами, в связи с чем, их применение в пищевой промышленности нежелательно.

Диоксид углерода – достаточно инертный при нормальных условиях двухатомный газ без цвета, вкуса и запаха. Он является дешевым нетоксичным, негорючим и экологически чистым (ODP = 0, GWP= 1) веществом. Температура сублимации твердой углекислоты при нормальном атмосферном давлении равна минус 78,5 °C, теплота сублимации составляет 94,53 кДж/кг. Коэффициент теплоотдачи для газообразного диоксида углерода примерно составляет 40÷50 Вт/м<sup>2</sup>°C. Известно применение диоксида углерода для производства мороженого, хранения и охлаждения мясных и рыбных продуктов, молочных и кондитерских изделий [3].

Азот как криоагент является доступным газом, т. к. его содержание в атмосферном воздухе составляет 75,5%. Он является экологически безопасным, поскольку вырабатывается из окружающего воздуха и после использования снова растворяется в атмосфере, обладает бактерицидными свойствами. Температура кипения жидкого азота при нормальном атмосферном давлении равна минус 196,8 °C. При этом он имеет следующие значения коэффициентов теплоотдачи в различных агрегатных состояниях: газообразного азота – 30÷50 Вт/м<sup>2</sup> °C; парожидкостная смесь азота – 120÷200 Вт/м<sup>2</sup> °C; жидкий азот – 1000 Вт/м<sup>2</sup> °C; кипящий азот – 3000÷6000 Вт/м<sup>2</sup> °C [3].

Наиболее приемлемым криоагентом для обработки пищевых продуктов является жидкий и газообразный азот. Связано это с тем, что он способствует не только быстрому и качественному охлаждению продукта, но и тормозит развитие аэробной микрофлоры, влияющей на качественные характеристики гидробионтов.

Анализ имеющихся результатов исследований, полученных для тунца [7], показал, что использование азота как экологически безопасного криоагента дает положительные результаты, как для сокращения продолжительности охлаждения, так и для увеличения сроков последующего хранения тунца в свежем виде.

Известны положительные результаты по использованию жидкого и газообразного азота для охлаждения с целью увеличения продолжительности холодильного хранения салаки, обитаемой в Балтийском регионе [6]. Так, например, при обмывке рыбы водой с добавлением в нее 20% азота от массы рыбы, последующем орошении рыбы жидким азотом в количестве 10% от ее массы и дальнейшем хранении в полимерных пакетах с добавлением в них 2÷3% жидкого азота от массы продукта, срок хранения увеличивается примерно в два раза.

Также известен способ охлаждения салаки жидким азотом в сочетании со льдом в соотношении азот : лед : рыба – 1 : 5 : 10, что позволяет вдвое дольше (по сравнению с использованием только льда) хранить охлажденную рыбу [7].

Вместе с тем, недостатком данных способов является неполное использование потенциала газообразного азота. Не рассматривается также комплексное использование криоагента в процессах охлаждения, последующего замораживания, а также хранения в регулируемой газовой среде. Это приводит к большому расходу криоагента, значительная часть которого выбрасывается в окружающую среду.

Исследования по использованию азота в качестве охлаждающей среды для ценных гидробионтов, обитающих в водах Дальневосточного региона, отсутствуют.

Для промышленного использования криоагентов с целью увеличения продолжительности хранения гидробионтов в охлажденном виде необходим комплекс научных исследований по совершенствованию существующих и разработке новых технологий охлаждения с использованием азота.

Для проведения экспериментальных исследований по оценке эффективности способа охлаждения гидробионтов, обитающих в водах Дальневосточного региона, с использованием жидкого и газообразного азота нами разработан экспериментальный стенд, схема которого представлена на рис. 1.

Стенд включает камеру (б), состоящую из двух емкостей А и Б, каждая из которых обеспечивает определенный вариант охлаждения. Загрузка и выгрузка гидробионтов и льда происходит через

люки (3) и (5). Для интенсификации процесса охлаждения камера снабжена вентиляторами (4), смонтированными в верхней части. Предусмотрены подача и слив воды, подача жидкого и газообразного азота, а также его отвод в камеру хранения (7). Для хранения жидкого азота предусмотрен сосуд Дьюара (2). Газообразный азот хранится в баллоне (1). Для контроля расхода азота используются весы (16) и (17). Регистрация режимных параметров работы стенда осуществляется контрольно-измерительными приборами ИРТ-4 (15) с визуализацией показаний на дисплее компьютера (18).

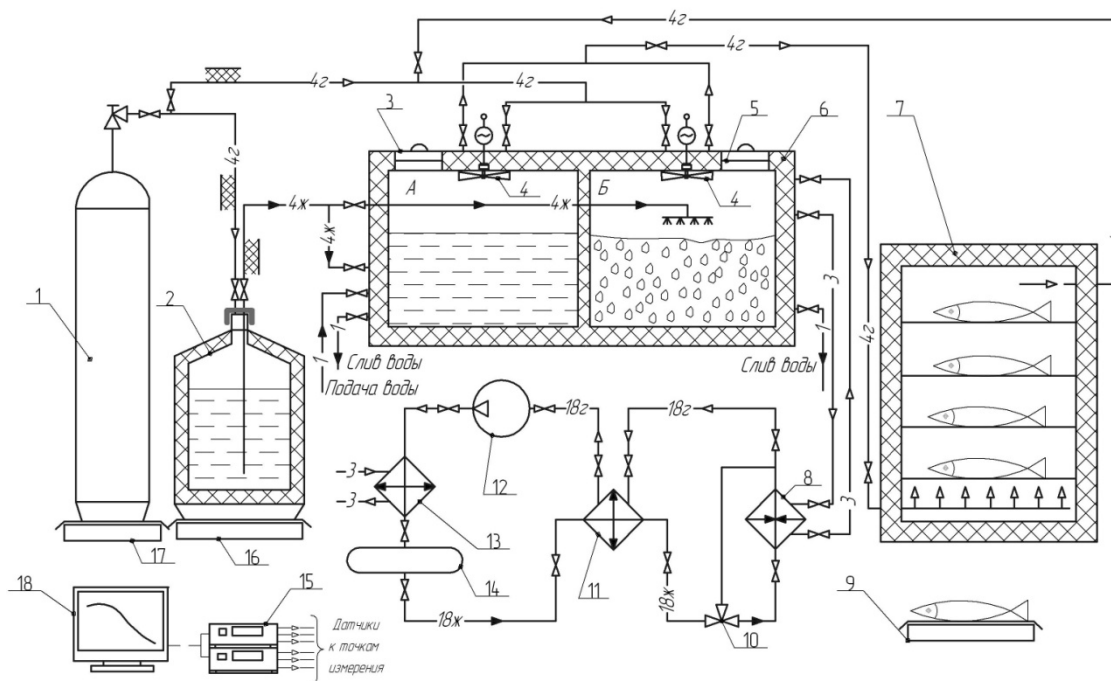


Рис.1. Схема экспериментального стенда для изучения процессов охлаждения гидробионтов с использованием криоагентов: 1 – баллон с газообразным азотом; 2 – сосуд Дьюара; 3, 5 – люк для загрузки и выгрузки гидробионтов и льда; 4 – вентилятор; 6 – камера охлаждения состоящая из двух секций А и Б; 7 – камера хранения; 8 – воздухоохладитель; 9, 16, 17 – весы; 10 – регулирующий вентиль; 11 – регенеративный теплообменник; 12 – компрессор; 13 – конденсатор; 14 – линейный ресивер; 15 – прибор ИРТ-4; 18 – персональный компьютер

С целью повышения эффективности установок, использующих азот в технологиях переработки гидробионтов, предусмотрено использование потенциала газообразного азота для дальнейшего охлаждения гидробионтов путем отвода паров азота с температурой от минус 40 до минус 45°C из камеры хранения в камеру охлаждения.

Это позволяет значительно уменьшить расход азота на охлаждение гидробионтов, а также сократить затраты на его производство.

Данный стенд обеспечивает условия для проведения исследований по нескольким вариантам предварительного охлаждения гидробионтов:

- охлаждение водой с температурой  $t_w$  в пределах от 15 до 20°C и жидким азотом в соотношении азот: вода: продукт – 1 : 5 : 10;
- охлаждение водой с температурой  $t_w$  в пределах от 15 до 20°C и газообразным азотом с температурой от минус 10 до минус 80°C;
- охлаждение водным льдом и жидким азотом в соотношении азот : лед : продукт – 1 : 5 : 10;
- охлаждение водным льдом и газообразным азотом с температурой от минус 10 до минус 80°C;
- хранение в регулируемой газовой среде с содержанием азота 90% при температуре, близкой к криоскопической.

В качестве контрольного выбран вариант охлаждения гидробионтов путем пересыпания водным льдом. Исследования показали, что использование жидкого азота в смеси с водным льдом (азот: лед: продукт – 1:5:10) позволяет увеличить продолжительность (по сравнению с контрольным вариантом) хранения охлажденных двухстворчатых моллюсков в три раза. Это подтверждается результатами исследований показателей качества.

Дальнейшее увеличение сроков холодильного хранения гидробионтов возможно при использовании регулируемой газовой среды, обеспечиваемой повышенным содержанием азота (до 90%) [5].

## Литература

1. Архаров А.М., Беляков В.П. Криогенные системы – М.: Машиностроение, 1987. – 536 с.
2. Быков В.П. Изменения мяса рыбы при холодильной обработке. – М.: Агропромиздат, 1987. – 220 с.
3. Венгер К.П., Выгодин В.А. Машинная и безмашинная системы хладоснабжения для быстрого замораживания пищевых продуктов. – Рязань: Узоречье, 1999. – 143 с.
4. Михайлова Н.Ф., Родин Е.М. Совершенствование способов холодильной обработки и хранения рыбы. – М.: Агропромиздат, 1987. – 206 с.
5. Маркова О.Н. Влияния жидкого и газообразного азота на удлинение сроков холодильного хранения мороженой рыбы Балтийского региона // Дисс. ... кандидата техн. наук. – Калининград, 2004. – 151 с.
6. Семенов Б.Н. Разработка холодильной технологии тунца // Автореф. дисс. ... доктора техн. наук. – Л., 1990. – 31 с.
7. Семенов Б.Н., Акулов Л.А., Борзенко Е.И. Применение азотных технологий в процессах охлаждения, замораживания, хранения и транспортирования скоропортящихся продуктов. – Калининград: КГТУ, 1994. – Ч.1. Ч.2. – 278 с.

УДК 621.315

### СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ЭЛЕКТРОПРИВОДА ДЛЯ ВИБРАЦИОННЫХ ИЗМЕЛЬЧИТЕЛЕЙ ИВ-2, ИВ-4

*О.А.Белавина, В.А.Швецов, Д.В. Шунькин (КамчатГТУ)*

*Показано, что при внедрении регулируемого электропривода для вибрационных измельчителей ИВ-4 качество измельчения горных пород, руд и минералов повысится до уровня достигаемого на импортном оборудовании.*

Развитие горнорудной отрасли является стратегической задачей развития народного хозяйства Камчатского края [1].

Измельчение материалов горных пород, руд и минералов является одним из основных технологических процессов при разведке и разработке месторождений полезных ископаемых [2]. Основным критерием, определяющим эффективность работы измельчителя является достижение максимальной степени измельчения при минимальных технологических затратах, в частности, расходах металла и электроэнергии [2,3]. Установлено, что производительность помола зависит от частоты и амплитуды колебаний [3,4]. До середины 1980-х годов единственным доступным решением регулируемого электропривода был электропривод постоянного тока. Его общеизвестные недостатки – дорогая электрическая машина и необходимость в частом обслуживании – ограничивали его использование случаями, когда без регулируемого электропривода обойтись было нельзя (станки, металлургические агрегаты и т.п.). Сейчас ситуация радикально изменилась: на отечественном рынке появились совершенные и доступные электронные преобразователи частоты. Система электронный преобразователь частоты – асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором становится главным техническим решением массового регулируемого электропривода на ближайшие годы. Технически это реализуется включением между сетью и двигателем управляемого электрического преобразователя частоты, обеспечивающего регулирование скорости вращения двигателя. Такая модернизация особенно привлекательна, так как позволяет сохранить все существующее оборудование. Применение регулируемого электропривода – основное средство энерго и ресурсосбережения, оборудование двигателей устройствами для регулирования скорости обеспечивает экономию электроэнергии до 40% [5,6].

Предлагаемый способ регулирования имеет следующие достоинства:

1. Регулирование двухзонное – вниз и вверх от основной скорости.
2. Диапазон регулирования  $(8 \div 10):1$ .
3. Стабильность скорости вращения – высокая.
4. Регулирование плавное.
5. Допустимая нагрузка  $M=M_{ном}$  при регулировании вниз от основной скорости ( $\Phi \approx const$ ),  $P=P_{ном}$  при регулировании вверх ( $\Phi < \Phi_{ном}$ ).

6. Способ экономичен в эксплуатации, нет дополнительных элементов рассеивающих энергию, малы потери в переходных режимах [6].

Переход от нерегулируемого электропривода к регулируемому является генеральным направлением энергосбережения, принятым во всем мире и дающим наибольший эффект как в части экономии электроэнергии, так и в других показателях технологического процесса. Кроме того, достигается ряд дополнительных, не менее важных эффектов: рационализируется весь технологический процесс, экономятся другие ресурсы, увеличивается срок службы основного оборудования, снижается шум и т.д.[4].

В вибрационных измельчителях ИВ-2, ИВ-4, выпускаемых отечественной промышленностью используется нерегулируемый электропривод. Зарубежные аналоги, например, истирательная мельница модель LM2-P, достаточно дороги.

Для сравнения качества измельчения золотосодержащих руд при использовании отечественного измельчителя ИВ-4 и мельницы LM2-P определили его гранулометрический состав. Результаты эксперимента приведены в таблице.

Таблица

**Гранулометрический состав измельченных материалов**

Фракция крупности частиц, мм	Среднее содержание частиц в фракции крупности, %, при использовании измельчителя	
	Модели ML2-P	ИВ-4
+0,071-0,08	5,83	7,38
+0,08-0,1	8,73	9,07
+0,1-0,2	1,24	2,82
+0,2-0,25	0,02	0
+0,25-0,4	0,02	0
+0,4-1,0	0,01	0
$\Sigma$	15,85	19,27

Из результатов эксперимента следует, что дорогое зарубежное оборудование, в частности, истирательная мельница модели LM2-P значительного преимущества по сравнению с отечественными измельчителями ИВ-2, ИВ-4 не имеет.

Следует ожидать, что при внедрении регулируемого электропривода для отечественного измельчителя ИВ-4, его технико-экономические характеристики превзойдут аналогичные характеристики зарубежного оборудования.

### Литература

1. Сайт Правительства Камчатского края <http://www.kamchatka.gov.ru>, 2011.
2. *Ходаков Г.С.* Физика измельчения. – М.: Наука, 1972. – 308 с.
3. *Варсановьев В.Д., Кольман-Иванов Э.Э.* Вибрационная техника химической промышленности. – М.: Химия, 1985. – 240 с.
4. *Клейс И.Р., Уэзмыйс Х.Х.* Износостойкость элементов измельчителей ударного действия. – М.: Машиностроение, 1986. – 160 с.
5. *Ильинский Н.Ф., Москаленко В.В.* Электропривод энерго-и ресурсосбережения. – М.: Издательский центр «Академия», 2008. – 208 с.
6. *Ильинский Н.Ф.* Основы электропривода. – М.: «Издательский дом МЭИ», 2007. – 224с.

УДК 681.883

### БЕЗОПАСНОСТЬ ПЛАВАНИЯ ПРИ ВХОДЕ В РЕКИ И ВЫХОДЕ ИЗ НИХ

*А.П. Белаиш, А.Г. Абдрашитов (КамчатГТУ)*

*В предлагаемой статье рассматриваются вопросы обеспечения безопасности мореплавания маломерного флота при работе в устьях и на барах рек в период летней навигации на побережье Камчатки.*

Ежегодно, с открытием навигации на Камчатских реках, судоводители маломерных судов типа «река-море» сталкивались с необходимостью заново открывать фарватер при проходе баров

рек. За зиму старые фарватеры заиливались, река могла поменять русло, в общем, старый, проверенный в прошлом году, фарватер не гарантировал безопасности плавания. И штурманам приходилось каждый раз, проходя бары, «пробираться наощупь», пока не нарабатывались определенные стереотипы, не подмечались те ориентиры на берегу, которые позволяли безопасно миновать узкости и мели. На эту «наработку» порой уходило до двух – трех месяцев. Каждую новую весну все начиналось сначала.

С повсеместным внедрением на морских судах приемников спутниковой радионавигационной системы (СРНС) GPS навигация на реках Камчатки заметно упростилась. Благодаря наличию в приемниках возможности записывать фактическую линию пути, пройденную судном, действительную

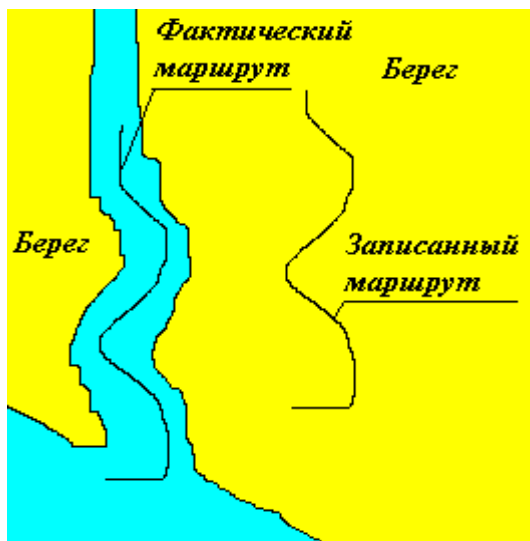


Рис. 1. Несоответствие карты и ситуации на экране

сложность представляет только первый, с открытием навигации, выход судна из реки в море или наоборот, из моря в реку. На экране приемника СРНС GPS линия пути выглядит, как незакономерная ломаная или кривая линия. Записанный на информационный носитель («флоппи» диск) безопасный маршрут можно было растиражировать и поставить на каждое судно, имеющее аналогичный приемник СРНС GPS. Далее оставалось только строго следовать по записанному маршруту, сверяя с ним новую линию пути, получаемую в результате работы СРНС GPS.

Казалось бы, проблема решена. Однако, не все так гладко, как кажется на первый взгляд. При определении места судна по сигналам СРНС GPS неизбежны погрешности, как систематические, так и случайные. Совместное действие систематических и случайных погрешностей приводит к тому, что на экране приемника GPS, в его памяти и на носителе (дискете) маршрут судна может пролегать по берегу, если его перенести на обычную морскую карту (рис.1).

Но это обстоятельство «в чистом виде» несколько не влияет на безопасность плавания. Ведь в тот момент, когда координаты на экране приемника GPS «показывали» берег, судно, из-за этих погрешностей, фактически находилось в безопасности на чистой воде. Поэтому при выходе из реки или при новом входе в нее надо следить за тем, чтобы на экране приемника GPS текущее место судна строго совпадало со старым маршрутом.

Причины систематических погрешностей все время остаются неизменными, поэтому и сами погрешности не изменяются. А вот случайные погрешности непрерывно изменяются, причем, случайным образом. Из-за этого и новое фактическое положение судна каждый раз изменяется. Как показывает статистика, величина случайных погрешностей может достигать 12-15 метров. Эта погрешность может привести к посадке судна на мель, что и случилось летом 2001 года [3]. Одной из главных причин возникновения случайных погрешностей является спутниковая конфигурация (взаимное геометрическое расположение спутников и судна). Для надежного определения места судна с помощью СРНС GPS необходимо одновременно наблюдать четыре искусственных спутника Земли (ИСЗ). Оптимальная спутниковая конфигурация (ОСК) случается тогда, когда спутники расположены в вершинах правильной треугольной пирамиды, а эта пирамида «расположена» над судном на некоторой высоте, причем центр основания пирамиды проецируется на судно (рис.2). При таком расположении спутников относительно судна случайные погрешности измерения компенсируют друг друга, и общая погрешность места не превышает 3 - 5 метров. Чем дальше спутники будут находиться от такой идеальной схемы, тем больше будет случайная погрешность определения места судна. А теперь представим, что при первом (контрольном) проходе судна, при ширине фарватера 25 метров, случайная погрешность в 10 метров показала место судна слева от середины фарватера. Приемник СРНС записал эту линию, как безопасную середину фарватера (рис. 3). При очередном текущем проходе этого места фарватера случайная погрешность плавно меняет знак. На экране наблюдается смещение текущего места судна вправо и судоводитель, пытаясь удержать судно строго на линии маршрута, фактически смещает его на 20 метров влево от середины двадцатипятиметрового фарватера. В результате судно сядет на мель или врежется в берег.



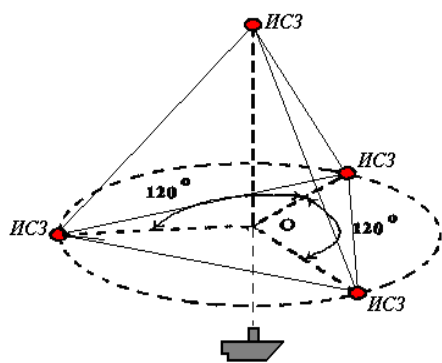


Рис. 2. Оптимальная спутниковая конфигурация

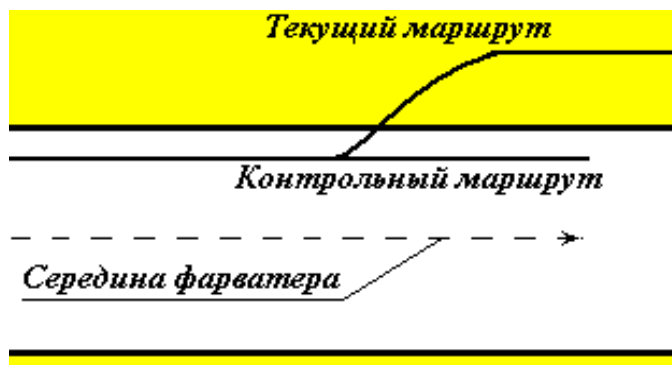


Рис. 3. Влияние случайных погрешностей

В меню некоторых приемников СРНС GPS имеется возможность ввода поправок к координатам, полученным по сигналам спутников. Этот прием позволяет приблизить ситуацию к истинной картине, но не избавляет от возможной посадки на мель. Ведь такие поправки, по сути, те же самые систематические погрешности, но введенные с обратным знаком. С помощью поправок мы устраняем несоответствие в рисунке № 1, и приближаем записанный контрольный маршрут к фактическому контрольному маршруту. Но от влияния случайных погрешностей никакие поправки нас не спасут. И то, что в период навигации 2001 и последующих годов из-за случайных погрешностей произошла всего одна посадка на мель, это чистая случайность.

Для исключения влияния таких случайных погрешностей необходим еще, как минимум, один канал контроля местоположения судна на фарватере. И таким каналом может служить гидроакустический сигнал. На любом рыболовном судне установлен, как минимум, навигационный или рыбопромысловый эхолот. Если с его помощью создать карту морского дна, то она может выступить дополнительным источником контроля местоположения судна. Но в районах с гладким рельефом дна, каковым чаще всего оказывается устье реки, такая карта малоэффективна. Поэтому более подходящей для этой цели может оказаться псевдокарта дна, показывающая зависимость некоторого физического параметра от координат судна.

Известно, что морское дно, и особенно прибрежный участок и устье реки, состоит из участков с разной плотностью и скоростью распространения акустических волн, следовательно, они будут иметь отличные друг от друга коэффициенты отражения акустических волн. Поэтому, в качестве информации для составления псевдокарты, возможно использовать коэффициент отражения от границы вода-грунт, излучая в сторону дна акустический сигнал и принимая отраженный сигнал от дна. Эту работу необходимо проделать одновременно с выполнением контрольного маршрута. Синхронно с записью географических координат судна на маршруте непрерывно измеряется глубина под его килем (что логично, учитывая поставленную задачу). Результат измерения глубины и интенсивности эхо-сигнала обрабатывается в компьютере (диджитайзере) по специальной программе, в результате чего появляется цифровая псевдокарта дна контрольного маршрута.

Ввиду того, что акустические волны в среде распространяются по сферическому закону, карта коэффициентов отражения будет зависеть от высоты над дном, где она была измерена. Чтобы устранить эту зависимость, следует учитывать закон распространения акустических волн.

Карта коэффициентов отражения не будет иметь зависимость от сферического расхождения волн в среде, если рассчитывать коэффициенты отражения, используя модель, показанную в [2].

Согласно данной модели, для случая излучения звука антенной, состоящей из набора точечных источников в присутствии границы раздела вода-грунт давление для верхней (первой) среды запишется в виде [2]:

$$P_1(\vec{r}) = P_0 \cdot \sum_n \left[ \frac{e^{ik_1 \cdot R_n}}{R_n} + K_{omp\ n} \cdot \frac{e^{-i \cdot k_1 \cdot R_{omp\ n}}}{R_{omp\ n}} \right], \quad (1)$$

где  $P_1(\vec{r})$ ,  $P_0$  – давление отраженной и излученной волны соответственно;  $R_n$  – расстояние между источником с номером  $n$  и точкой наблюдения;  $R_{omp\ n}$  – расстояние между мнимым источником отраженных волн с номером  $n$  и точкой наблюдения;  $K_{omp\ n}$  – функция, зависящая только от угловых координат (имеет смысл коэффициента отражения волн, исходящих от  $n$ -ого источника, от границы раздела);  $k_1$  – волновое число в первой среде. Для случая нормального падения волны на грунт, если в качестве излучающей антенны применена линейная антенна из  $N$  элементов, на основании формулы (1), известного измеренного значения давления принятой (отраженной от грунта) волны и расстояния до дна, можно рассчитать значение коэффициента отражения.

$$K_{отрн.} = \frac{P_{пр.}}{i \cdot 2 \cdot \pi \cdot f \cdot \rho_1 \cdot \left( h_0^{(1)}(k_1 \cdot 2 \cdot H) + 2 \cdot \sum_{n=1}^{\frac{N-1}{2}} h_0^{(1)}(k_1 \cdot \sqrt{4 \cdot H^2 + (n \cdot d)^2}) \right)}, \quad (2)$$

где  $P_{пр.}$  – принимаемое давление;  $f$  – частота, на которой проводятся измерения,  $\rho_1$  – плотность в первой среде;  $H$  – расстояние между антенной и грунтом;  $N$  – число элементов антенной решетки;  $n$  – номер элемента излучающей антенной решетки;  $d$  – расстояние между элементами антенной решетки.

Таким образом, коэффициент отражения для сферических волн, рассчитанный по формуле (2), исходя из измеренного значения акустического давления волны, отраженной от дна, и глубины, не зависит от высоты над дном и характеризует акустические свойства участка дна, где он был измерен.

Для построения такой системы целесообразно использовать структурную схему следующего вида (рис. 4). Основу системы составляет блок базовой навигационной системы (БНС), в качестве которой используется приемник СРНС GPS. Результатом работы базовой навигационной системы являются текущие географические координаты судна, величины скорости, курса и других параметров с некоторыми погрешностями, определяющими область неопределенности параметров.

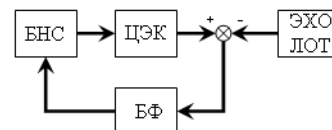


Рис. 4. Схема коррекции

В заданной области коррекции текущие координаты используются для получения прогноза о величине измеряемого коэффициента отражения по цифровой эталонной карте (ЦЭК). Действительные показания эхолота сравниваются с этим прогнозом, и их разность обрабатывается блоком фильтрации (БФ) для формирования вектора ошибок базовой навигационной системы. Через контур обратной связи производится компенсация ошибок базовой навигационной системы.

Данный процесс повторяется при движении судна по траектории, обеспечивая непрерывную корректировку. В блоке фильтрации используется минимаксный фильтр калмановского типа либо эллипсоидальный фильтр, вычисляющий гарантированную оценку параметров движения подводного аппарата [2]. В качестве примера работоспособности предлагаемой схемы на рис. 5 приведен график коэффициента отражения от дна, рассчитанного по формуле (2), на основании измерения глубины и давления отраженного от дна сигнала, полученного при движении катера в бухте Моховая.

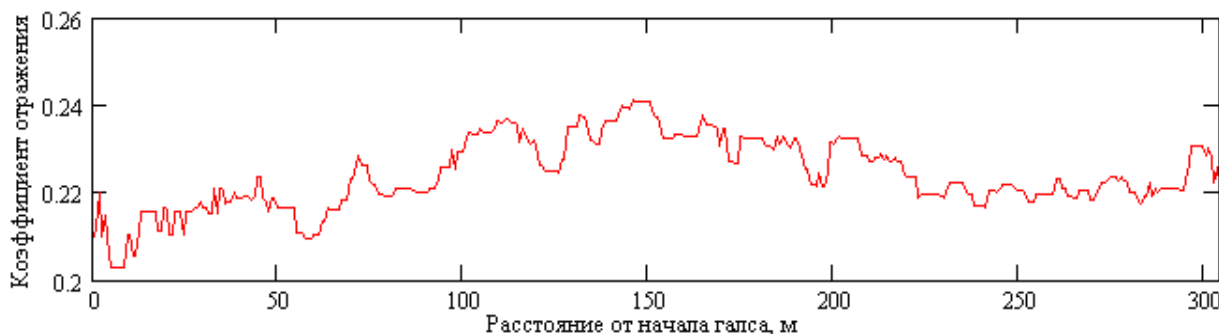


Рис. 5. График коэффициента отражения вдоль галса протяженностью 305 м.

## Литература

1. Устинов Ю.Ф., Кан В.С., Дуров А.А., Мищенко И.Н., Никитенко Ю.И. Судовая радионавигация – М.: Наука, 1998. – 205 с.
2. Короченцев В.И. Волновые задачи теории направленных и фокусирующих антенн. – Владивосток: Дальнаука ДВО РАН, 1998. – 192 с.
3. Белаиш А.П. Анализ причин посадок судов на мель (по материалам официальных расследований) // Материалы НТК ППС и сотрудников КамчатГТУ, 2002. – 97 с.
4. Титов Е.М., Шевкун П.А., Белаиш А.П. Навигационное обеспечение надводных и подводных судов в мелком море. – Владивосток: ДВГТУ, 2009. – 218 с.

## ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОЕ ЗДАНИЕ КАК КРИТЕРИЙ ОЦЕНКИ МАСТЕРСТВА АРХИТЕКТОРА И ИНЖЕНЕРА

*Ю.Ю. Ильинский, Р.С. Федюк*  
(Дальневосточный федеральный университет, г. Владивосток)

*В данной статье рассматриваются критерии оценки мастерства архитектора и инженера при решении задач по проектированию энергоэффективного здания.*

При проектировании здания архитектор решает задачу наилучшим образом использовать положительное и максимально нейтрализовать отрицательное воздействие наружного климата на тепловой баланс здания [1]. В это же время инженер решает задачу организации такой системы климатизации здания, которая с наименьшими затратами энергии обеспечивает требуемые параметры микроклимата в помещениях.

Возникает естественный вопрос: насколько удачно архитектору и инженеру удалось решить свои задачи по проектированию энергоэффективного здания? Только качественная оценка результата вряд ли удовлетворит строгого заказчика: он пожелает иметь объективную количественную характеристику достигнутого результата. В качестве таковой ему будет предложена, например, удельная тепловая характеристика здания, отнесенная к одному из расчетных климатических периодов [2]. Этот показатель позволяет сравнить достигнутый результат с уже существующим, но не дает ответа на вопрос, можно ли было запроектировать энергоэффективное здание лучше и насколько лучше. Очевидно, что лучшим результатом работы архитектора и инженера является оптимальное энергоэффективное здание, обеспечивающее минимум расхода энергии в системах его климатизации.

Современные методы математического системного анализа позволяют находить оптимальные архитектурные и инженерные решения проектируемого энергоэффективного здания [3].

При проектировании здания можно выделять архитектурные и инженерные решения [4]:

*Архитектурные решения:*

1. Выбор местоположения здания с учетом климатических особенностей, рельефа местности и существующей застройки в районе предполагаемого строительства.
2. Общая архитектурно-планировочная концепция здания.
3. Определение формы и ориентации здания.
4. Выбор остекления здания (площади и расположения светопроемов) и солнцезащиты.
5. Выбор конструкции и материалов наружной облицовки.
6. Выбор объемно-планировочных решений здания (внутренней планировки).
7. Выбор схемы организации освещения.

*Инженерные решения:*

1. Выбор источников теплоснабжения, в том числе возможность использования нетрадиционных источников энергии - солнечных, геотермальных, ветровых и т.д.
2. Выбор системы отопления, вентиляции, кондиционирования воздуха здания.
3. Выбор конструкции и материалов наружных ограждений.
4. Выбор системы автоматического (автоматизированного) управления инженерным оборудованием здания.

Будем характеризовать энергетическую эффективность здания с оптимальными архитектурными и инженерными решениями величиной затрат энергии на его климатизацию и обозначим эту величину  $W_{min}$  [5].

Об уровне мастерства архитектора и инженера с точки зрения энергоэффективности здания можно судить, используя соотношение:

$$\eta = \frac{W_{min}}{W}, \quad (1)$$

которое показывает, насколько представленное решение здания отличается от оптимального. Здесь  $W_{min}$  – затраты энергии на климатизацию здания с оптимальными архитектурными и инженерными решениями,  $W$  – затраты энергии на климатизацию представленного проектного решения здания.

Очевидно, что этот критерий удовлетворит требовательного заказчика, так как позволит ему судить, насколько удачно он выбрал исполнителей – архитектора и инженера, и насколько разумно они учли его желание – минимизировать эксплуатационные затраты на климатизацию здания.

Величина  $\eta$  изменяется в пределах от 0 до 1. Чем ближе величина  $\eta$  к 1, тем ближе выбранные архитектурные и инженерные решения к оптимальным решениям и тем выше мастерство архитектора и инженера.

В соответствии с системным подходом к проектированию энергоэффективного здания величину  $\eta$  можно записать так:

$$\eta = \eta_A \eta_E, \quad (2)$$

где

$$\eta_A = \frac{Q_{\min}^A}{Q}, \quad (3)$$

$$\eta_E = \frac{Q_{\min}^E}{Q}, \quad (4)$$

$Q_{\min}^A$  – затраты энергии на климатизацию здания с оптимальными архитектурными решениями;

$Q_{\min}^E$  – затраты энергии на климатизацию здания с оптимальными инженерными решениями.

Теперь  $\eta_A$  можно трактовать как показатель мастерства архитектора, а  $\eta_E$  – как показатель мастерства инженера.

### Литература

1. Мировая энергетика: прогноз развития до 2020 года. – М.: Энергия, 1980.
2. Табуничиков Ю.А., Акопов Б.Л. Оценка энергетической эффективности наружного климата для зданий с нетрадиционными источниками теплоснабжения // Строительная климатология'87. 2-й международный симпозиум, 12-15 мая 1987. – М., 1987.
3. Табуничиков Ю.А., Бродач М.М. Математическое моделирование и оптимизация тепловой эффективности зданий. М. АВОК-ПРЕСС, 2002.
4. Брайнина Е.Ю. Пути снижения теплопотерь крупнопанельных зданий. Научно-техническое общество строительной индустрии, материалы совещания. Тепловой режим жилых и общественных зданий из крупноразмерных элементов. – М., 1964. – Выпуск III.
5. Кондратьев К.Я., Пивоварова З.И., Федорова М.П. Радиационный режим наклонных поверхностей. – Л.: Гидрометеиздат, 1978. – 170 с.

УДК 621.311

### АЛГОРИТМ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ В ГРАФИЧЕСКОЙ СРЕДЕ AUTOCAD ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ СИСТЕМ ПОЖАРОТУШЕНИЯ

*Л.В. Кристалович, Н.Н.Портнягин (КамчатГТУ)*

*В статье обсуждаются вопросы создания алгоритмического обеспечения автоматизированных средств проектирования средств пожаротушения и пожарной сигнализации, выделены наиболее важные узлы системы и сформулированы требования к их реализации.*

В процессе создания системы автоматизированного проектирования для пожаро-охранных систем и средств пожаротушения необходимо выявить наиболее важные и характерные узлы. Условно пожаро-охранные системы можно разделить на четыре узла:

1. Система анализа поступающей информации и выработки ответных сигналов (прибор приемно-контрольный, диспетчер). Выбор системы основан на следующих показателях:

- количество извещателей;
- логика работы системы;
- количество исполнительных органов;
- поддержка вспомогательных систем;
- климатическое исполнение прибора.

2. Система обнаружения возгорания (извещатели), выбор осуществляется на основе:

- площадь действия извещателя;
- площадь помещения;
- класс пожароопасности помещения;
- способ крепления.

Также изменение в систему обнаружения вносит характер прибора приемно-контрольного. Выбор аналогового или адресного исполнения основывается на размере и назначения здания, а также технико-экономическом обосновании [1, 5].

3. Исполнительные системы состоят из различных частей, каждая из которых выбирается по различным принципам. Рассмотрим основные:

Выбор модулей пожаротушения схож с выбором системы извещателей, но имеет следующие дополнительные особенности:

- метод тушения;
- наличие людей и технологического оборудования в пожароопасной зоне;
- высота тушения;
- характер распыления пожаротушающего вещества.

Система оповещения проектируется на основе:

- количества людей в здании;
- площадь помещения;
- характер оповещения;
- максимальная звуковая нагрузка на человека;
- необходимость в выборе усилителя сигнала;
- пути эвакуации людей из здания;
- необходимость в дополнительных средствах оповещения.

Существуют дополнительные средства, обеспечивающие пожаробезопасность, такие как система блокировки дверей, пассивные системы (огнетушители, пожарные шланги, гидранты и т.д.) [2,3,4,6].

4. Связующие каналы. Для связи между узлами пожаро-охранной системы используются кабельные линии. Как правило, радиоканал не используется для этих целей и применяется для связи с внешними системами (пожарная часть, начальство предприятия)(лит. 1). Требования к связующим системам таковы:

- длительное время выдерживать температуру открытого огня;
- пропускная способность;
- способ прокладки кабеля.

Проанализировав вышеперечисленные данные можно выработать приоритеты дальнейшего исследования. Наглядно видно, что на схеме невозможно выявить следующие показатели:

- способ крепления и прокладки кабельных трасс;
- расстановка оборудования в помещениях различной категории;
- выбор вероятных путей эвакуации;
- автоматическое определение исходных данных.

В существующих системах эти показатели выбираются не автоматически, поэтому приоритетом исследования является автоматизация данных пунктов. Для построения алгоритмической цепочки САПР необходимо создать следующие модули:

- анализ исходных данных (распознавание помещений, определение классов и требований к каждому конкретному помещению);
- модуль корректировки для непрогнозируемых параметров (требования заказчика, индивидуальность проекта);
- модуль первоначального подбора оборудования;
- модуль расстановки основного оборудования исходя из анализа исходных данных;
- система модулей полного проектирования, структура которого будет вырабатываться в процессе дальнейшего исследования;
- модуль контроля параметров проектируемой системы;
- модуль вывода результата;
- модуль вторичной корректировки результата.

Для нормального функционирования и дальнейшего развития системы необходимо включить следующие модули:

- модуль распознавания существующих баз данных;
- модуль сбора информации (вторичная корректировка должна отсылать результаты о том что было откорректировано, для возможности анализа ошибок в системе).

Также необходимо внести модули стандартные для большинства программ:

- модуль распространения;
- модуль обновления;
- модуль лицензионной защиты.

Структура вышеперечисленных модулей будет спроектирована при дальнейшем исследовании.

Анализ существующего программного обеспечения показал, что в большинстве своём работа данных комплексов требует постоянного вмешательства эксплуатирующего персонала для определения исходных данных внутри системы САПР. Существуют различные программные обеспечения, работающие как в автономном режиме, так и с использованием графической среды [9]. Но не одно из них не выполняет функции по автоматическому сбору исходных данных. Под исходными данными подразумевается:

- планы помещений;
- назначение помещения;
- площадь помещения.

При каждом новом объекте проектировщику для начала работы необходимо внести вышеперечисленные данные вручную. Не автоматический режим влечет за собой временные затраты на составление исходных данных и на обучение обслуживающего персонала.

Переход от автоматизированного режима к режиму автоматическому, возможен, за счет внедрения программного комплекса в графический редактор AutoCAD. Работа системы основана на использовании системы координат AutoCAD. Таковой является неподвижная система (МСК) как правило, используемая для проектирования двухмерного изображения. Система МСК имеет горизонтальную и вертикальную оси (x,y)[8,9,10]. Для начала автоматического определения необходимо указать область обнаружения, так как на рабочем листе возможно наличие других элементов, что в дальнейшем сократит время поиска. Данная область определения имеет свою начальную точку отсчета, от которой в дальнейшем система отстраивается. При дальнейшей работе системы указанный квадрант принимает сетчатый вид, расстояние между параллелями по горизонтали и вертикали, должно быть равным расстоянию системы координат самого графического редактора. Определение происходит за счет сканирования множества внутренних областей. Данный вид сканирования может иметь алгоритмический принцип построения [7]. Модуль сканирования будет спроектирован в процессе исследования. После чего необходимо произвести связь между информативными и неинформативными областями, что послужит составлением полной картины планов. Определения технологии здания осуществляется за счет определения размеров между, полученными линиями, а также определения типа линии. Данное действие выполнимо при масштабированном исполнении чертежа.

Что же, касается определению назначения проектируемых помещений, то каждый план должен быть выполнен по ГОСТ 21.1001-2009 [6] и должен нести в себе информацию о данных помещениях сосредоточенную на планах или в таблицах. Определение текстового сообщения возможно за счет существующих методов. После определения названия помещения осуществляется ссылка на базы данных и определяется его дальнейшее использование при проектировании.

Осуществление и применение данного алгоритма работы по сбору информации может существенно сократить время подготовки чертежей к автоматизированному проектированию, а также простоту использования программного обеспечения персоналом в целом.

## Литература

1. НПБ 88-2001 Установки пожаротушения и сигнализации. Нормы и правила проектирования.
2. СПЗ.13130.2009 Система оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре.
3. СП5.13130.2009 Установки пожарной сигнализации и пожаротушения автоматические.
4. НПБ 110-03 Перечень зданий, сооружений, помещений и оборудования, подлежащих защите автоматическими установками пожаротушения и автоматической пожарной сигнализации.
5. Любимов М.М., С.В. Собоурь С.В. Пожарная и охранно-пожарная сигнализация. Проектирование, монтаж, эксплуатация и обслуживание. Справочник – М.: Высшая школа, 2007. – 188 с.

6. *Собурь С.В.* Установки пожаротушения автоматические. Пособие. – М.: Высшая школа, 2003. – 158 с.
7. ГОСТ 21.1001-2009 Система проектной документации для строительства. Общие положения.
8. *Хейфец А.Л., Логиновский А.Н.* Технология построения чертежа в AutoCAD. Учебное пособие. – М.: Высш. шк., 2001. – 197 с.
9. *Полещук Н., Лоскутов П.* AutoLISP и VisualLISP в среде AutoCAD. – М.: Высш. шк., 2004. – 207 с.

УДК 621.382.333

## **ПРИМЕНЕНИЕ МОДАЛЬНЫХ РЕГУЛЯТОРОВ В ПРОМЫШЛЕННЫХ ОБЪЕКТАХ ВОДОСНАБЖЕНИЯ**

*А.Д. Лиходеев, Н.Н. Портнягин (КамчатГТУ)*

*В статье рассмотрено применение модального регулятора для автоматизации процесса регулирования скорости электропривода в сравнении с ПИД-регулятором. Предлагается применять автоматический регулятор, основанный на методах модальности и искусственного интеллекта для повышения надёжности АСУ и снижения энергозатрат на городских водонапорных станциях.*

Автоматизация технологических процессов на основе микроэлектронной техники для развития и совершенствования, существующих и создающихся производств, является одним из важных направлений развития производства.

Внедрение автоматизированных систем управления технологическими процессами (АСУ ТП) приобретает особое значение в связи с ростом требований к скорости вычисления, переработки и выдачи информации. Поэтому разработка и исследование структур и режимов функционирования АСУ ТП на основе микро-ЭВМ является актуальной задачей. Использование микро-ЭВМ позволяет на порядок снизить затраты, обеспечивает повышение эффективности и расширение функциональных возможностей.

Внедрение комплексной автоматизации является важнейшим средством дальнейшего технического прогресса в развитии систем водоснабжения. Достигнутые успехи в совершенствовании техники водоснабжения могут привести к высокой эффективности лишь при широком использовании современных методов и средств автоматизации технологических процессов.

В связи с постоянным развитием и совершенствованием инженерных систем, все чаще возникает необходимость более качественного и оптимального управления ими. Этим и объясняется непрекращающийся рост автоматизации в водоснабжении.

### **Способы управления насосными агрегатами**

Для обеспечения заданного режима работы НС при изменении условий работы требуется производить регулирование режимов работы насосных установок. Эта задача может быть разделена на два направления: регулирование гидравлических режимов работы насосов и регулирование энергетической эффективности работы оборудования НС.

Для насосных установок центробежного типа применяют следующие способы регулирования подачи жидкости и давления:

- дросселированием трубопровода;
- перепуском части потока жидкости из выходного патрубка насоса во входной;
- отключением или подключением насосов (ступенчатое регулирование);
- изменением частоты вращения рабочего колеса насоса.

Дросселирование трубопровода является распространенным способом регулирования давления и подачи жидкости. Несмотря на простоту реализации данного способа регулирования он имеет ряд недостатков. Одним из них является снижение КПД НС.

Регулирование напора перепуском основано на отведении части потока жидкости с выхода насоса на его вход через отвод с задвижкой. При этом энергия, затрачиваемая на циркуляцию жидкости по холостому кругу, не создает полезной работы, что снижает КПД установки.

Ступенчатое регулирование подачи насосной станции осуществляется за счет подключения или отключения насоса или группы насосов. Данный способ вызывает частые пуски двигателей, что уменьшает срок работы оборудования и требует строительства промежуточного аккумулирующего резервуара для сглаживания колебаний подачи НС. Кроме того, электроприводы работают не в оптимальном режиме, что также снижает КПД всей НС.

Изменение частоты вращения рабочего колеса насосной установки позволяет осуществить непрерывное регулирование производительности НС с меньшими затратами энергии, чем в предыдущих вариантах. Однако оно требует больших затрат на регулирующее оборудование, особенно для установок с мощностью выше средней, и приводит к ухудшению электромагнитной совместимости с питающей сетью.[1]

На рис. 1 приведен график зависимости мощности, потребляемой электродвигателем, от текущего водоразбора при дроссельном и частотном регулировании. При водоразборе меньшем  $Q^1$ , частотное регулирование, безусловно, выгодно.

По сравнению с дросселированием, при частотном регулировании производительности насосных станций достигается экономия электроэнергии до 50%. Для осуществления ЧР используются преобразователи частоты (ПЧ), которые автоматически изменяют частоту и напряжение питания электродвигателя насоса, в результате чего изменяется скорость вращения рабочего колеса и производительность насоса. Внедрение устройства частотного регулирования электроприводом позволяет точно управлять скоростью и моментом электродвигателя по заданным параметрам в точном соответствии с характером нагрузки. Попутно решается проблема гидравлических ударов: при работе преобразователя частоты пуск и останов насоса происходят плавно.[2] При помощи ПИД-регулятора преобразователь определяет необходимую выходную частоту питания электронасоса.

На рис. 2 изображена структурная схема водопроводной насосной станции (ВНС) и указано расположение используемых для автоматизации датчиков.

Для осуществления автоматизации технологического процесса на ВНС предполагается установка датчиков: уровнемер – в резервуаре чистой воды (РЧВ); датчик давления и расходомер в напорном коллекторе.

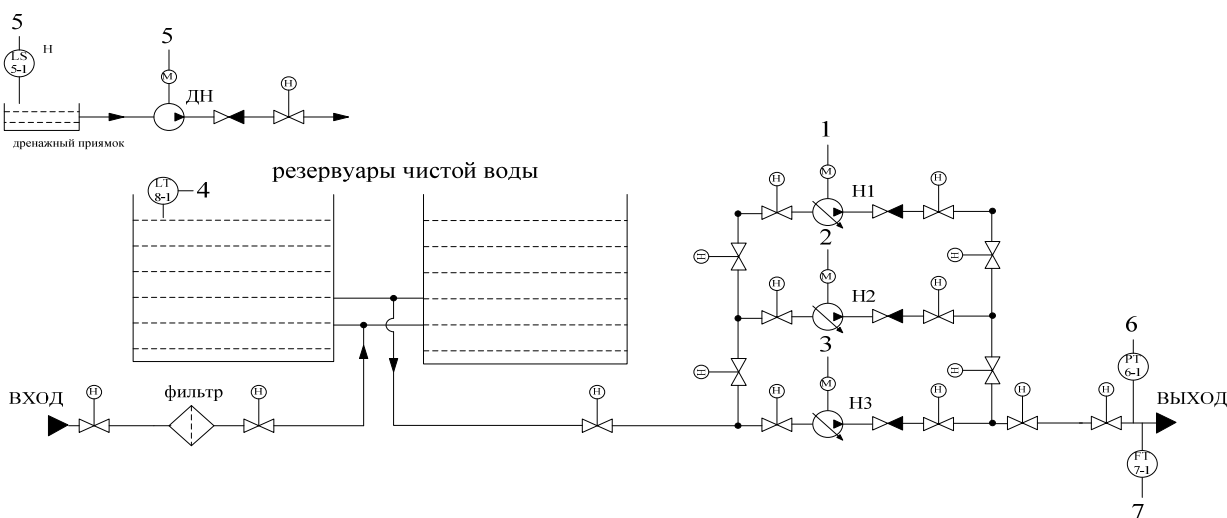


Рис. 2. Структурная схема водопроводной насосной станции  
 1 – напорный насос № 1; 2 – напорный насос № 2; 3 – напорный насос № 3; 4 – уровень воды в РЧВ;  
 5 – дренаж; 6 – давление в напорном коллекторе; 7 – расход в напорном коллекторе

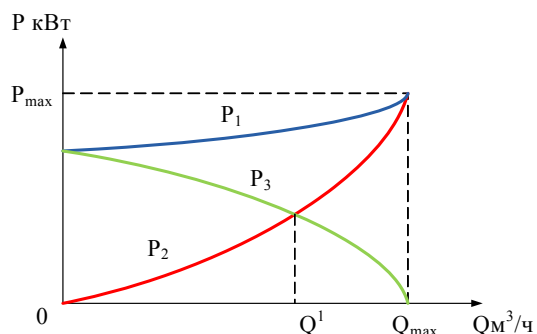


Рис. 1. Потребление электроэнергии при дроссельном и частотном регулировании  
 $P_1$  – расход энергии, потребляемой электродвигателем при дроссельном регулировании;  $P_2$  – расход энергии, потребляемой электродвигателем при частотном регулировании;  $P_3$  – экономия электроэнергии за счёт внедрения частотного регулирования

Чтобы подать воду в кран потребителя, нужно создать необходимый напор (Н) на выходе насосной станции. Его величина складывается из двух составляющих:



- статической ( $H_c$ ) - это разница абсолютных высот расположенного выше других потребителя и насосной станции, плюс необходимое давление у потребителя;
- динамической - необходимой для преодоления гидравлического сопротивления (обозначено как суммарный коэффициент потерь) системы трубопроводов току воды, и зависящей от величины водоразбора ( $Q$ ).

Напор ( $H$ ) = статическая составляющая ( $H_c$ ) + динамическая составляющая ( $\sum \zeta Q^2$ )

Статическую и динамическую составляющую можно рассчитать из показаний датчиков – уровнемера и расходомера, и в результате получить величину необходимого напора.

На рис. 3 изображена структурная схема системы автоматического регулирования напора воды в расходном баке с использованием ПИД-регулятора.

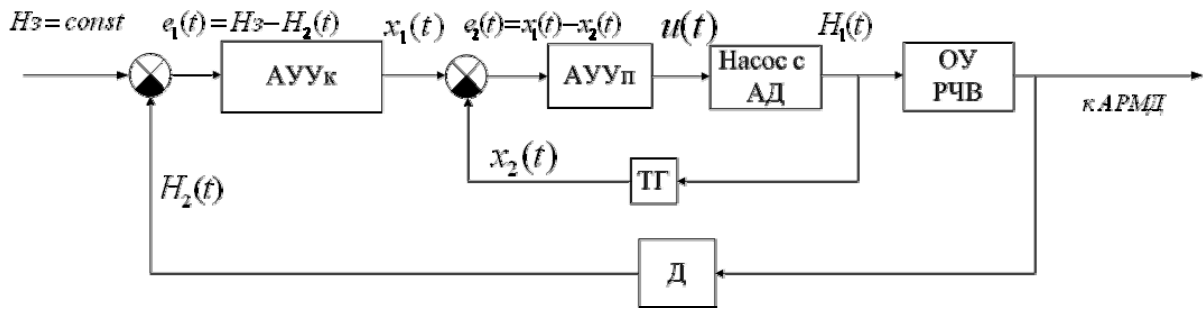


Рис. 3. Структурная схема системы автоматического регулирования напора воды в расходном баке  
 ЧП – частотный преобразователь; АД – асинхронный двигатель; ТГ – тахогенератор;  
 ОУ – объект управления; Д – датчики

Объект управления имеет большое запаздывание во времени, поэтому целесообразно использовать модель системы подчиненного регулирования. Система содержит два контура ООС и два регулятора: подчиненный и командный. Обеспечивает точность и непрерывность управления.

На вход системы подается уставка в виде сигнала напряжения, это постоянная величина, характеризующая заданный напор. Сигнал уставки поступает либо от оператора, либо от системы управления более высокого уровня. По показаниям датчика расхода с использованием формулы расчета напора (1) определяется напор, который нужно создать в трубопроводе,

$$H_2 = \Delta z + \sum \zeta \left( \frac{16Q_i^2}{\pi^2 d^4} \right) \quad (1)$$

ошибка рассогласования поступает на автоматическое управляющее устройство, преобразующее сигнал напряжения по принципу ПИД-регулятора (2).

$$x_1(t) = K_i e(t) + K_e \int_{t_0}^t e(\tau) d\tau + K_a \frac{\partial e(t)}{\partial t} \quad (2)$$

Внутренний контур ООС оказывает упреждающее воздействие на объект управления. Функции подчиненного автоматического управляющего устройства выполняет частотный преобразователь. Он осуществляет частотное управление асинхронным электродвигателем, и посредством изменения частоты вращения ротора исполнительного механизма, регулирует создаваемый в трубопроводе напор и поддерживает уровень воды в резервуаре.

Частотный преобразователь и асинхронный двигатель охвачены цепью отрицательной обратной связи, в которую включен тахогенератор, выходное напряжение тахогенератора прямо пропорционально скорости вращения электродвигателя (3).

$$x_2 = K_{\partial\dot{a}} \cdot \omega = K_{\partial\dot{a}} \cdot \frac{d\theta_2}{dt} \quad (3)$$

Данные о состоянии объекта управления поступают на Автоматизированное Рабочее Место Диспетчера для контроля и анализа.

### Моделирование САР

Было произведено математическое моделирование системы автоматического регулирования в программе MatLab 7.2.0.232. Объекты и устройства, входящие в систему были описаны передаточными функциями.

ПИД-регулятор обеспечивает управление АД средней и большой мощности в скользящем режиме; регулирование возможно в узких пределах скольжения  $s_H \leq s \leq s_m$ .

Система была оптимизирована по времени регулирования. Она имеет запасы устойчивости по фазе 170 градусов на частоте 0,336 рад/с; по амплитуде 50,1 дБ на частоте 167 рад/с, перерегулирование переходного процесса 0%, статическую ошибку 0,01%.

На рис. 4 изображен переходный процесс системы, оптимизированной по времени регулирования с использованием ПИД-регулятора.

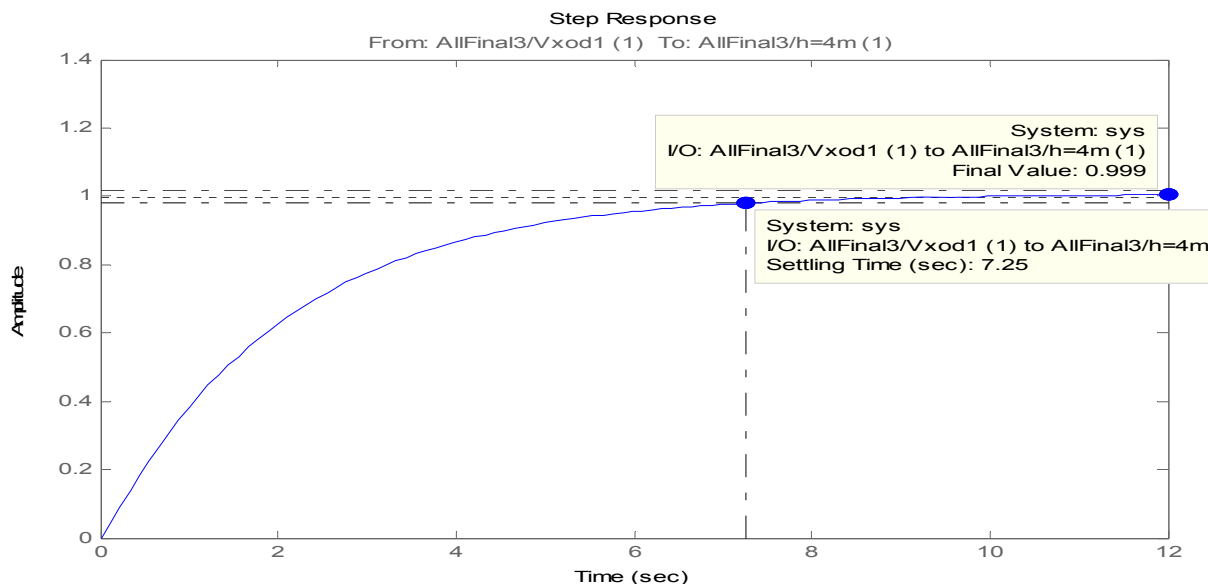


Рис. 4. Переходный процесс системы с ПИД-регулятором

Время регулирования составило  $t_{\text{рег}} = 7,25$  секунды. Минимально возможное время регулирования для САР с ПИД-регулятором при оптимальной настройке может быть не меньше 7 секунд [3].

На рис. 5 изображены ЛАФЧХ системы с ПИД-регулятором, определены запасы устойчивости.

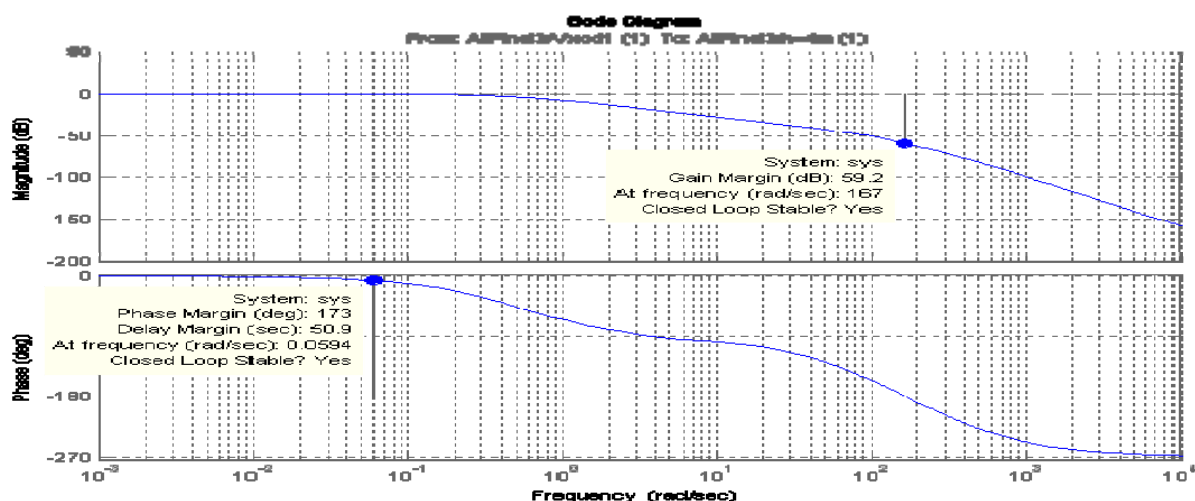


Рис. 5. ЛАФЧХ системы с ПИД-регулятором

### Оптимизация управления группой насосов

Каждый насосный агрегат имеет свою фактическую расходно-напорную характеристику, каждой точке которой соответствует некоторое паспортное значение потребляемой мощности электродвигателя. Выбор комбинации работающих насосных агрегатов и способа регулирования определяет текущее значение потребляемой мощности по каждому агрегату и всей насосной станции в целом. Следовательно, критерием оптимизации является обеспечение заданного ре-

жима работы насосной станции по подачам и давлениям при минимально возможном расходе электроэнергии с учетом всех доступных способов регулирования.

Результатом решения задачи оптимизации в каждый конкретный момент времени является выработка рекомендации по осуществлению такого комплекса управляющих воздействий (включение/отключение агрегатов, изменение положения дросселирующего клапана, изменение частоты вращения электродвигателей), который переводит текущую рабочую точку совокупной характеристики насосной станции к значению, которому соответствуют минимально достижимая при этом потребляемая электрическая мощность приводов насосов.

Для управления группой насосов выпускают специализированные серии частотных преобразователей. Использование специализированных преобразователей значительно упрощает схему и технологию изготовления системы автоматики, снижает её себестоимость и освобождает от необходимости написания программ для управляющих устройств других типов.

Однако, системы автоматики многонасосных станций, построенные с использованием функций управления насосами специализированных преобразователей частоты, имеют ряд недостатков. Преобразователи позволяют настраивать некоторые параметры работы станции, например, число насосов и выдержки времени перед переключениями, но сам алгоритм работы остаётся неизменным. Это делает невозможным совершенствование алгоритма и добавление новых функций.

Но главный недостаток использования специализированных ПЧ заключается в том, что преобразователи не сигнализируют об аварийном отключении насосов, работавших на момент аварии от преобразователя, и вывода их из автоматического режима. У преобразователей просто нет дополнительных выходных реле, с помощью которых они могли бы сигнализировать аварию каждого насоса. Все реле, включая реле плат расширения, задействуются для управления коммутационными аппаратами. Общий сигнал аварии ПЧ не позволяет идентифицировать аварийный насос и снимается автоматически при подключении к преобразователю другого насоса. В результате может сложиться ситуация, когда авария насосов не будет вовремя обнаружена персоналом. Ситуация сохраняется даже при выходе из строя всех резервных насосов. Авария ещё одного насоса приведет к полному прекращению водоснабжения или снижению его объёмов с понижением давления сети.

При достижении выходной частотой преобразователя максимального или минимального значения и необходимости подключить или отключить дополнительный насос возникают зоны неустойчивости.

Суммарная производительность работающих насосов до переключения может несколько отличаться от суммарной производительности после переключения из-за технологического сброса характеристик насосов и некоторого различия характеристик одного насоса при работе от сети и от ПЧ. Изменение производительности при стандартном алгоритме управления может оказаться достаточным для обратного переключения и возникновения автоколебательного процесса, сопровождающегося значительными колебаниями выходного давления. В большинство систем управления насосными станциями вводятся выдержки времени перед переключениями, что значительно снижает вероятность возникновения автоколебаний. Однако при работе станции на объёмную трубопроводную систему и при использовании насосов большой мощности введение выдержек времени не всегда позволяет полностью отстроиться от автоколебаний. [4]

### **Модальное управление**

В сложных системах управления, когда необходимо обеспечить высокую точность регулирования, рекомендуется применять модальное управление [5, 6, 7]. Модальное управление обладает рядом достоинств :

- синтезированная модальная САУ не требует проверки на устойчивость (так как она заранее должна быть устойчивой и обладать требуемой степенью устойчивости);
- синтезированная модальная САУ не требует введения дополнительных корректирующих устройств (так как она сама уже удовлетворяет требуемым показателям качества);
- введение модальных ОС, в силу их безынерционности, не повышает порядок объекта и не нарушает его управляемость и наблюдаемость (что зачастую происходит при введении пассивных инерционных корректирующих устройств);
- относительная простота и экономичность технической реализации модальных САУ (так как реализации модальных ОС может быть выполнена с помощью маломощных измерительно-преобразовательных устройств и электронных усилителей с малыми тепловыми потерями).



управляемого объекта (рис. 8). Такой регулятор позволит экономить электроэнергию за счет оптимального управления как одним двигателем, так и системой, включающей 2 и более двигателей. Подобный подход приведет к снижению энергозатрат и эксплуатационных затрат на 10–15%.

Использование нечеткого подхода при синтезе систем модального управления позволяет устранить слабые стороны модального управления. Наличие корректирующей нейронной сети в контуре нечеткого модального регулятора придает системе регулирования дополнительные адаптационные свойства, обеспечивающие получение желаемого переходного процесса, несмотря на изменения параметров системы.

Введение нечётко-модального регулятора позволит:

- экономить электроэнергию за счет оптимизации процесса управления двигателем;
- повысить надёжностные, эксплуатационные характеристики системы;
- оптимизировать управление системы, состоящей из группы насосов;
- учесть и исключить недостатки использования специализированных частотных преобразователей и недостатки использования классической схемы модального регулятора.

### Литература

1. *Виноградов А.Б., Сибирцев А.Н., Колодин И.Ю.* Автоматизация насосной станции с применением частотно-регулируемого электропривода // Силовая электроника, 2006. – № 2.
2. *Хусаинов Р.Г.* Частотные преобразователи: критерии выбора // ТехСовет, 2009. – № 4(67).
3. [http://www.compitech.ru/html.cgi/arhiv/03\\_05/stat\\_114.htm](http://www.compitech.ru/html.cgi/arhiv/03_05/stat_114.htm)
4. <http://www.energoportal.ru/articles/avtomatika-mnogonasonnyh-stancij-povysheniya-davleniya-s-chastotnym-regulirovaniem-1439.html>
5. *Пронилов А.С.* Программный метод испытаний металлорежущих станков. – М.: Машиностроение, 1985.
6. *Кузовков Н.Т.* Модальное управление и наблюдающее устройство. – М.: Машиностроение, 1976.
7. *Постников Ю.В. Соколовский Г.Г.* Автоматизированные системы управления электроприводами с упругостью. – Л.: Ротапринт ЛЭТИ, 1990.
8. *Косицын В.Г., Соловьев В.А.* Синтез систем управления с нечетким модальным регулятором // Интеллектуальные системы, 2002 – № 2(4).

УДК 656.61

## ПРОБЛЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ МОРЕПЛАВАНИЯ

*О.В. Лосева (КамчатГТУ)*

*В данной статье рассматриваются проблемы обеспечения безопасности мореплавания. В статье проведен анализ динамики аварийности морских судов за последние три года в РФ, выделены основные причины возникновения аварийных случаев. Предложены некоторые пути решения проблемы обеспечения безопасности мореплавания*

Одним из наиболее значимых критериев устойчивого безопасного функционирования морского транспорта является состояние аварийности.

Количество транспортных происшествий на водном транспорте РФ в 2009 г. снизилось на 13,6% – до 99 случаев. Как сообщили ИАА «ПортНьюс» в Ространснадзоре, количество аварийных случаев на морском транспорте РФ в 2009 г. снизилось на 35,4% – до 31 случая. В 2009 г., в частности, произошло три кораблекрушения. Два из них связаны с потерей (затоплением) буксируемого объекта и одно – гибель вспомогательной платформы «Ирбен» во время шторма в Имеретинской бухте порта Сочи 14 декабря 2009 г. В результате транспортных происшествий увеличилось на 6 человек количество погибших по сравнению с 2008 г. (в 2009 г. погибли 7 человек, в 2008 г. – 1 человек). С иностранными судами в территориальных водах РФ произошло 2 аварии, связанные с пожарами, при которых погибли 2 человека, два кораблекрушения и 17 аварийных происшествий.

В 2010 г. на водном транспорте количество происшествий возросло в 1,6 раза по сравнению с 2009 г.

По мнению Ространснадзора, на морском транспорте продолжают сохраняться риски наступления транспортных происшествий с тяжелыми последствиями по объективным причинам. Одной из причин является средний возраст морских судов, плавающих под государственным флагом Российской Федерации, составляет 25 лет. Большая часть судов эксплуатируются с превышением нормативного срока эксплуатации. 75% судов, с которыми произошли аварийные ситуации, старше 25 лет. Кроме того, в отдельных случаях отмечается снижение требований к судам, особенно превышающих нормативные сроки эксплуатации, со стороны российских классификационных органов. В России имеется значительное количество судоходных компаний, эксплуатирующих менее 3-х судов (более 60% от всех судоходных организаций). Как правило, эти организации эксплуатируют суда, значительно превышающие нормативные сроки службы. Техническое состояние этого флота, несмотря на формальное соответствие предъявляемым требованиям, зачастую остается неудовлетворительным в силу изношенности оборудования, отсутствия современных систем обеспечения безопасности мореплавания.

Естественно эксплуатация такого флота создает серьезные проблемы как в части предотвращения аварийности на морском и речном транспорте, так и недопущения экологических катастроф, загрязнения окружающей среды. В этой связи представляется целесообразным введение порядка эксплуатации флота при котором эксплуатация судов возраст которых свыше 30 лет становилось бы экономически невыгодной для судовладельцев.

В этих организациях суда имеют значительное количество недостатков в области обеспечения безопасной эксплуатации и предупреждения загрязнения окружающей среды. Именно эти организации несвоевременно внедряют международные стандарты в области безопасности мореплавания (Правило 21 МАРПОЛ-73/78, Глава V СОЛАС-74 – внедрение АИС). Также необходимо отметить, что в настоящее время, (по сравнению с СССР) количество судовладельцев увеличилось в сотни раз. В СССР было 18 государственных морских парокходств, 35 государственных речных парокходств, а сейчас в Российской Федерации насчитывается более 9 тыс. судоходных организаций различных форм собственности, из них более 60% (более 6 тыс. организаций) эксплуатируют менее 3-х судов. Необходимо отметить, что Государственное регулирование в этом вопросе утрачено, что так же влияет на обеспечение безопасности мореплавания.

Так же существуют недостатки в деятельности организаций, оказывающих в морских портах услуги по обеспечению безопасности мореплавания (деятельность операторов СУДС, лоцманское обеспечение). В 2009 г. в 11 аварийных случаях с морскими судами были непосредственно причастны лоцманы.

Среди причин возникновения аварийных случаев в 2010 г. по словам заместителя руководителя Федеральной службы по надзору в сфере транспорта Владимира Попова, преобладают навигационные. Это говорит о низкой квалификации судоводительского состава, о недостатках системы обеспечения безопасности судоходных компаний. Ространснадзор инициировал их повышение, а также предпринял другие шаги, чтобы улучшить обстановку. Но и судоходные компании уже должны работать самостоятельно, проявляя больше ответственности и проводя собственный систематизированный анализ.

В целом проблема аварийности обуславливается двумя основными причинными факторами: действиями экипажа (человеческий фактор) и надежностью функционирования техники (технический фактор).

Исторически международное морское сообщество подходило к безопасности на море имея в виду, в основном, техническую сторону вопроса. В частности, принятие Международной конвенции по охране человеческой жизни на море (СОЛАС-74) определило порядок освидетельствования судов, спасательного и прочего оборудования, конструкций, механизмов и т.д. Однако, как отмечается в документах ИМО, «несмотря на технические новшества, серьезные аварии и инциденты продолжают происходить».

Анализ аварий и инцидентов на море, произошедших за последние 30 лет заставил обратить внимание человеческий фактор. Число аварийных случаев, связанных с человеческим фактором, стабильно удерживается на уровне 70—80%.

Основными причинами аварийных случаев на море остаются:

- низкий уровень дисциплины;
- недостаточная компетентность экипажей судов;
- ошибки судоводителей;
- старение флота;

- игнорирование судовладельцами современных требований по обеспечению безопасности мореплавания;
- отсутствие систематической проверки знаний, умения и навыков командного состава судов и др.

Ошибки судоводителей проявляются в оценке обстановки и принятии правильного решения, в контроле за навигационным и иным оборудованием, наблюдении за обстановкой, решениях по управлению судном и др.

Исследования показывают, что возможна следующая классификация причин ошибок судоводителей:

- профессиональные качества - отсутствие соответствующих знаний, неумение применять теоретические знания на практике, отсутствие необходимых навыков, отсутствие достаточного опыта работы по специальности;
- психофизиологические качества - недостаточная скорость и точность реакций, отсутствие способности к действиям в условиях временного дефицита деятельности, неспособность управлять своим функциональным состоянием;
- физические и физиологические качества – недостаточное развитие общефизических качеств, сниженная переносимость статических и динамических физических нагрузок, низкая устойчиво к действию дестабилизирующих факторов;
- интеллектуальные качества — недостаточная быстрота, точность и объем внимания, неустойчивость внимания, непрочность и неточность процесса запоминания, медленное переключение, сниженные продуктивность и помехоустойчивость мышления, недостаточный уровень развития абстрактно-логического и наглядно-образного мышления;
- личностные качества - неадекватная самооценка, недостаточная способность адаптации к различным условиям профессиональной деятельности, эмоциональная неустойчивость. ИМО считает, что высокий стандарт профессиональных знаний экипажа имеет жизненно важное значение. С этой целью в 1995 г. была пересмотрена Международная конвенция о подготовке и дипломировании моряков и несении вахты (Конвенция ПДМНВ-78).

В 1996 г. была создана международная специальная рабочая группа экспертов по человеческому фактору. Эта группа разработала проект Руководства по расследованию человеческих факторов в авариях и инцидентах на море. В 1999 г. Руководство было одобрено на сессии и принято в окончательном виде на 21-й сессии Ассамблеи ИМО

Основная деятельность по обеспечению безопасности на море в рамках ИМО осуществляется Комитетом безопасности мореплавания. Он изучает эффективность действия принятых организацией технических норм и соответствие их научно-техническому уровню развития морского флота.

Проблемы безопасности мореплавания находятся в центре внимания исследователей и проектировщиков. Основной путь их решения заключается в повышении надежности судов, что достигается за счет рационального проектирования корпуса и других конструктивных элементов судна, улучшения мореходных качеств, совершенствования средств навигации и противопожарной защиты, а также принятия других мер. Чрезвычайно острой в отношении безопасности мореплавания стала проблема автоматизации судов и сокращения численности экипажа.

В теоретическом отношении задача исследования роли субъективных факторов является чрезвычайно сложной. Учет их влияния необходим при оценке эффективности мер, направленных на повышение безопасности мореплавания и снижение риска для человеческой жизни на море.

Проблема повышения квалификации морского персонала привлекает к себе все большее внимание и рассматривается как один из эффективных путей обеспечения безопасности мореплавания. Следует обратить внимание на сложность и многообразие функций, выполняемых командным составом и судовым персоналом. В многогранной деятельности профессионалов морского дела наглядно подтверждается высказывание известнейшего российского корабеля А.Н. Крылова о бесплодности морских наук без реальной практики, и о пагубности морской практики без активного и широкого привлечения фундаментальных наук и научных достижений.

Оглядываясь на исторический опыт активного развития судостроения и океанского мореплавания в России, можно отметить «Золотой век самодержавия», когда по призыву Императора Александра III адмирал А.И. Шестаков создал Морской научно-технический комитет, состоящий из флотских офицеров с реальным плавценом, исключив тем самым из морской деятельности всякую возможность «изобретательства без пользы», и что незамедлительно привело к стремительному развитию российского океанского мореплавания и морских наук, а также –

судостроения и тяжелой промышленности России в целом. Поэтому для подготовки высококвалифицированных специалистов и снижения риска возникновения аварийных случаев необходимо более широко привлекать высококвалифицированных специалистов с флота, профессиональная деятельность которых всегда связана с решением широкого круга сложнейших научных проблем, возникающих в сложных, ледовых и штормовых условиях плавания и активного маневрирования океанского флота, обладающих опытом хорошей морской практики.

УДК 639.2

## ВЫБОР СТРАТЕГИИ РАЗВИТИЯ ЭНЕРГЕТИКИ ДЛЯ КАМЧАТКИ

*Р.А. Ляндзберг (КамчатГТУ)*

*В статье рассмотрены основные направления развития энергетики в мире с использованием возобновляемых и невозобновляемых источников, их достоинства и недостатки с учетом экономических и экологических показателей. Определено, что для Камчатской энергетики наиболее перспективным является развитие энергетики на основе природного газа.*

Источники энергии принято делить на возобновляемые (гидроэнергия, энергия ветра и солнца, геотермальная энергия и энергия морских приливов) и невозобновляемые (уголь, нефть, газ, ядерное топливо).

В настоящее время 80% всей энергии планеты дают невозобновляемые источники, среди которых безусловное первенство занимает уголь (40% во всем мире, в Китае – 74%, в России – 16%), следующей стоит ядерная энергия (19% во всем мире, 80% во Франции, 17% в России), остальное примерно в равных долях приходится на газ и нефть [1].

Из возобновляемых энергоресурсов 17% приходится на гидроэнергию (в Канаде 61%, в России 16%), на все остальные возобновляемые источники приходится не более 1% на каждый.

Для выбора развития того или иного направления энергетики необходимо прежде всего сравнить основные показатели: капитальные вложения при строительстве объектов энергетики и тесно связанную с этим себестоимость получаемой энергии, воздействие эксплуатационных объектов на состояние окружающей среды и риск профессиональной смертности сотрудников, обеспечение объектов необходимым сырьем и связанные с этим транспортные расходы и т.д.

Рассмотрим некоторые из этих экономических и экологических показателей для различных энергоресурсов [2]

*Таблица*

**Экономические и экологические показатели различных энергоресурсов**

Показатель	Уголь	Нефть	Газ	Ядерная энергия	Гидро-энергия	Ветровая энергия	Солнечная энергия
Удельные капитальные вложения, долл/кВт	1300	1200	1250	1700	2000	1800	2500
Себестоимость электроэнергии, цент/кВт·час	3,3	2,8	2,8	2,6	1,2	6	12
Коллективная доза облучения населения от станции 1 ГВт, чел·мЗв/год	4	0,5	0,03	1,3	–	–	–
Выделение CO <sub>2</sub> , г/кВт·час	250	190	180	–	–	–	–
Выбросы SO <sub>x</sub> , мг/кВт·час	290	26	–	–	–	–	–
Выбросы NO <sub>x</sub> , мг/кВт·час	520	240	210	–	–	–	–
Риск профессиональной смертности, число смертей/ГВт·час	8	3	1	0,7	4	4	4
Разведанные запасы и срок обеспечения, лет	250	45	60	3300	–	–	–

Из приведенных данных следует, что себестоимость электроэнергии является наиболее низкой при использовании гидроэнергии, энергии от всех невозобновляемых источников примерно в 2 – 2,5 раза выше, наиболее дорогой является энергия ветра и солнца.

По удельным капитальным вложениям строительство тепловых электростанций обходится примерно в одинаковые затраты на кВт мощности, несколько дороже стоит строительство АЭС, самым дорогим является строительство ГЭС, что в дальнейшем компенсируется низкой себестоимостью получаемой энергии.



С точки зрения влияния на экологию окружающей среды (выброс парниковых газов и вредных веществ) тепловые электростанции далеко впереди, самыми «грязными» являются ТЭС, работающие на угле, лучше выглядят ТЭС, использующие газ, самыми чистыми объектами невозобновляемой энергии являются, как ни странно, АЭС. Практически ничего не выбрасывают в окружающую среду объекты возобновляемой энергии (ГЭС, ветровые и солнечные станции).

Воздействие на здоровье населения и персонала объектов (помимо влияния на экологию окружающей среды) связано с коллективной фазой облучения за счет выброса в среду радиоактивных изотопов и риском профессиональной смертности за счет инцидентов при эксплуатации. Удивительно, что и здесь ТЭС, работающие на угле лидируют по этим показателям, поскольку содержание в угле микропримесей U-238, Th-232, Ra-226 и других радиоактивных атомов при колоссальном объеме сжигаемого топлива (более 1000 тонн угля в час для ТЭС мощностью 2400 МВт) в выбросах достигают таких величин, что существенно влияют на радиационную обстановку окружающей местности.

Так, для одной из ТЭС мощностью 2400 МВт, получающей уголь из шахт Донецкого бассейна, была выявлена площадь в 400 квадратных километров, жители которой ингаляционным путем за год получили эквивалентную дозу облучения 165 мЗв, что более чем в 30 раз превышает предельно допустимую [3]. При этом АЭС, работающие в условиях нормальной эксплуатации, являются более чистыми и гораздо более безопасными, чем все другие объекты невозобновляемой энергетики. Таким образом, самым перспективным направлением развития энергетики является строительство атомных и гидроэлектростанций, что и наблюдается в большинстве промышленно развитых стран [4].

Для Камчатки, однако, этот путь не является очевидным. Строительство АЭС в сейсмоактивных зонах по-прежнему является поводом для дискуссий, хотя Япония и Тайвань уже более 30% своей энергии получают от АЭС. Вероятно, для Камчатки более рациональным и практически выполнимым было бы использование ядерных реакторов отслуживших свой срок атомных подводных лодок при решении вопроса их коммутирования с городским энергохозяйством. Гидроэнергетика, как и использование тепла земли на Камчатке только зарождается и в ближайшем будущем не сможет выйти на лидирующие позиции. Использование угля и нефти (мазута) на местных ТЭЦ, помимо очевидного ущерба для окружающей среды, связано с огромными транспортными издержками и вероятностью перебоев с поставками (все мы помним холодные и темные зимние месяцы в середине 90-х годов).

В силу вышеизложенного становится совершенно очевидным, что оптимальный вариант стратегии развития энергетики на Камчатке – это использование природного газа, который из всех других видов природного топлива является наиболее чистым и безопасным с точки зрения экологии, является местным сырьем, по теплотворной способности (50000 КДж/кг) вдвое выгоднее торфа и в 1,5 раза каменного угля, и если сравнить его основные показатели с твердым топливом, то можно отметить следующие его преимущества:

- его добыча и транспортировка (после постройки газопровода) экономически более выгодна;
- при его использовании упрощается устройство топок;
- упрощается управление процессом горения, облегчается соблюдение гигиены труда, снижается риск профессиональной смертности;
- достигается более полное и рациональное сжигание топлива;
- значительно уменьшается загрязнение окружающей среды.

В силу этого газообразное топливо находит все более широкое применение в энергетике, на транспорте и в быту.

В России газовая энергетика стала главной, за последние 40 лет ее доля с 22% повысилась до 48% в общем балансе, в то время как доля угля, несмотря на крупнейшие в мире запасы снизилась с 40 до 16%. Следовательно, выбор этого направления в стратегии развития Камчатки будет соответствовать основным тенденциям роста энергетики нашей страны.

## Литература

1. Матвеев Ю.А., Позин А.А., Юнак А.И. Прогнозирование и управление экологической безопасностью при реализации сложных технических проектов. – М.: Изд-во МАИ, 2005.
2. Экополис 2000: Экология и устойчивое развитие города // Материалы III Международной конференции. – М., 2000.
3. Летов Е.Н. Миф о «недешевой» атомной электроэнергии развеивает дорогая продукция ТЭС // Бюл. по атомной энергии, 2001. – № 10. – С. 52 – 54.
4. Бюллетень ЦНИИАтоминформ, 1998 – №12.

## ОБЗОР ИССЛЕДОВАНИЙ ТЕПЛООБМЕНА ПРИ КОНДЕНСАЦИИ

А.Р. Ляндзберг (КамчатГТУ)

*В статье представлены результаты проведенного обзора существующих исследований процесса конденсации. Показаны используемые теоретические подходы, дан обзор возможных коэффициентов критериального уравнения теплопередачи, полученных различными исследователями.*

Все работы, посвященные исследованию тепло- и массообмена при конденсации пара, по использованным в них теоретическим предположкам можно разделить на четыре группы [1, 2]. Это методы расчета, полученные на основе:

1. пленочной теории;
2. теории парогазового пограничного слоя на проницаемой пластине (на полупроницаемой пластине с отсосом – для пара и со вдувом – для жидкости);
3. анализа теплового баланса на границе фазового перехода;
4. теории подобия.

Расчетные зависимости *пленочной теории* получены в предположении постоянства параметров пара или парогазовой смеси по длине поверхности конденсации, то есть решается одномерная задача естественной диффузии в парогазовом пограничном слое. Результаты, полученные в рамках этой модели, имеют определенные внутренние недостатки: например невозможно непосредственно определить интенсивность массообмена по наперед заданным параметрам процесса. Более того, при усложнении исходных условий сверх одномерной задачи либо введении внешних сил (как, например, вынужденное вихревое движение потока пара и инициированное им движение пленки конденсата) ни готовые расчетные соотношения, ни теоретические представления пленочной теории как таковые становятся непригодными.

Решение для парогазового пограничного слоя на *проницаемой пластине с отсосом* позволяет получить распределения скорости, температур и концентраций по его толщине. Зная эти величины, можно определить значения основных параметров процесса. Если считать трение, тепло- и массообмен при конденсации пара идентичными аналогичным процессам, происходящим при обтекании полупроницаемой поверхности, то можно воспользоваться известными решениями для одного процесса при описании другого. В этом случае рассматриваются только процессы, протекающие в парогазовом пограничном слое, но не учитывается влияние пленки конденсата на поток пара и наоборот. Поэтому методы, представляющие процесс конденсации как течение пара вдоль проницаемой пластины с отсосом пограничного слоя через стенку, как правило, дают не слишком точные результаты. Кроме того, они не позволяют описать параметры процесса для самой пленки конденсата. Как отмечено в [1, 2], конкретные решения дифференциальных уравнений пограничного слоя для проницаемой пластины с отсосом имеются, только если известна поперечная составляющая скорости или массы у поверхности пластины. В реальных процессах она заранее неизвестна, поэтому приходится вести расчеты методом итераций, что существенно усложняет получение результатов. В рамках данного метода существует также подход, где процесс конденсации рассматривается как пленочное течение вязкой жидкости по проницаемой пластине со вдувом, однако в [3] показано, что из-за наличия поперечного потока массы при конденсации подобная аналогия вообще неприменима.

Анализ *теплового баланса на межфазной границе* жидкость-пар позволяет получить расчетные соотношения для определения ее температуры в процессе конденсации. Особенность метода – что наряду с простотой расчетных моделей, полученные в его рамках результаты с трудом распространяются на другие условия процесса в силу специфичности. Кроме того, большинство расчетных уравнений, получаемые в рамках метода, требуют решения методом итераций или графического, поскольку представляют собой нелинейные соотношения теплоток. Это несколько усложняет расчеты и не дает возможности однозначно представить зависимость интенсивности тепло- и массообмена от известных параметров процесса конденсации пара.

При использовании *теории подобия* для описания какого-либо процесса определяются характерные для него критериальные зависимости. Например, согласно [3], при описании теплоотдачи на ламинарном участке течения (при  $Re < 200$ ) жидкости или конденсатной пленки представление результата в виде  $Nu \sim Re^n$  наиболее универсально, вплоть до того, что показатель степени  $n$  для случаев конденсации на изотермической поверхности и поверхности с постоянным теплотокотом одина-

ков. Общий вид критериального уравнения, описывающего теплоотдачу при конденсации, следующий: теплоотдача, традиционно выражаемая через критерий Нуссельта Nu, зависит от режима течения среды (характеризуется критерием Рейнольдса, Re) и теплофизических характеристик вещества (числа Прандтля, Pr). Если учитывается естественная конвекция, то используется критерий Грасгофа (Gr), характеризующий относительную эффективность подъемной силы, вызывающей свободно-конвективное движение. Учет внешнего поля сил, например сил тяжести или центробежных, производится путем использования критерия Галилея (Ga). Некоторые исследователи вводят в уравнение числа Фруда (Fr, как правило с комплексом  $\Delta g/g_0$ ) или Архимеда (Ar), обобщая таким образом закон теплоотдачи при различных режимах течения, однако как правило более точные результаты дает рассмотрение режимов по отдельности и поэтому данные критерии используются редко. Кроме того, для описания процесса может использоваться число Кутателадзе (K) – критерий фазового перехода. Таким образом, общее уравнение теплоотдачи при конденсации при его записи в критериальной форме будет выглядеть как:

$$Nu = f(Re, Pr, Gr, Ga, K), \quad (1.1)$$

или, в наиболее часто встречающейся форме без свободных членов, как:

$$Nu = c \cdot Re^n \cdot Pr^m \cdot Gr^j \cdot Ga^k \cdot K^i, \quad (1.2)$$

При этом общий вид уравнений тепло- и массопереноса совпадает, но для описания массоотдачи в уравнении (1.2) используются соответствующие диффузионные критерии.

Конкретные числовые показатели степени согласно полученным различными исследователями полуэмпирическим выражениям представлены в табл. 1.

Таблица 1

Значение числовых коэффициентов в уравнении (1.2) согласно данным различных исследователей

с	n	m	j	k	i	Источник, пояснение
1	2	3	4	5	6	7
0,33 2	0,5	1/3	0	0	0	[1], массообмен при вынужденной конвекции
0,33 2	0,5	1/3	0	0	0	[2], теплообмен при обтекании пластины воздухом
0,33 2	0,5	2/3	0	0	0	[2], массообмен при конденсации на пластине
0,92 5	-1/3	0	0	0	0	[3], теоретическое решение для конденсации неподвижного пара на вертикальной изотермической поверхности при ламинарном стекании
1,04	-1/3	0	0	0	0	[3], то же для поверхности с постоянным теплотокотом
0,34	0	0	0	-4,4· 10 <sup>-2</sup>	0	[3], то же для поверхности с постоянным теплотокотом при ламинарно-волновом течении конденсата, вместо критерия Ga используется Ar
0,23	0	0	0	-0,02	0	[3], то же
0,904	0	0,25	0	0	0,25	[4], теплоотдача от вращающегося диска. В качестве характерного размера использован комплекс $(\nu/\omega)^{0,5}$ , все физ. параметры берутся для конденсата
0,399	0,5	0	0	0	0	[5], теплоотдача от вращающегося диска при конденсации без учета диссипации энергии при отсутствии радиального градиента температур
0,374	0,5	0	0	0	0	[6], теплоотдача от вращающегося диска из приближенного расчета ламинарного пограничного слоя
0,36	0,5	0	0	0	0	[7], то же
0,45	0,5	0	0	0	0	[7], теплоотдача от воздуха к вращающемуся диску (без процессов фазового перехода)
0,505	0,5	1/3	0	0	0	[7], то же. Из-за малого изменения критерия Pr степень при нем не выявлена и априорно принята как 1/3. Соотношение действительно в границах $Re = 3,9 \cdot 10^3 - 1,05 \cdot 10^5$ , $Pr = 0,74 - 0,86$ . Для массообмена уравнение аналогичное
1,05	0,3	0,4	0,1	0	0	[7], теплоотдача от жидкости, прокачиваемой через вращающуюся в любой плоскости трубу
0,384	0,37	0,4	0,1	0	0	[8], теплоотдача от жидкости, текущей во вращающейся трубе, независимо от оси вращения трубы. В критерии Gr используется центробежное ускорение $j = \omega^2 \cdot R$ , а не ускорение свободного падения g
1,4	0	0,25	0	2,15·1 0 <sup>-1</sup>	0,25	[9], теплоотдача от пара при конденсации в поле центробежных сил; по [7], действительно до значений $Ga = 5 \cdot 10^{11}$
C	0,5	1/3	(1)	0	0	[10], все случаи теплопередачи между пластиной и ламинарной пленкой; критерий Gr не обязателен
0,0166	0,83	0,43	0	0	0	[10], обработка экспериментов по течению газа или ламинарно-безволновой жидкости в трубе
0,646	0,5	1/3	0	0	0	[11], продольное обтекание обогреваемой пластины ламинарной пленкой
0,0396	0,75	1	0	0	0	[11], турбулентное течение жидкости по трубе

1	2	3	4	5	6	7
0,141	0,5	0,5	0	0	0	[12], ректификация двухкомпонентных смесей углеводородов (н-гептан, н-гексан, толуол в любых сочетаниях) в адиабатической пленочной колонне
1,82	-1/3	0	0	1/3	0	[13], все случаи конденсации пара при начальных температурах $t_{нач} = t_{нас} \pm 15^\circ\text{C}$
$2,02 \cdot 10^{-3}$	-1/3	0	0	0	0	[14], турбулентное течение конденсатной пленки, $Re_{кр} = 270$
0,1323	0,4	0	0	0	0	[15], турбулентное течение конденсатной пленки при конденсации в вертикальной трубе, $Re_{кр} = 500$
0,15	0	0,25	0	0,25	0,25	[16], теплоотдача при конденсации пара на потолке; в Nu в качестве характерного размера – капиллярная постоянная $l_6$
0,024	0,8	0,43	0	0	0	[17], конденсация в трубе; в уравнение также входит член $\left(\sqrt{(g'/g_{см})_{ВХ}} + \sqrt{(g'/g_{см})_{ВЫХ}}\right) / 2$
0,016	0,8	0	0	0	0	[18], поперечное обтекание труб влажным воздухом; в ур-е также входит коэффициент учета влажности $\varphi^2$ , где $\varphi$ – начальная влажность воздуха, %
0,31	0,7	0,43	0	0	0	[19], пленочная и капельная конденсация на поверхности при отсутствии в потоке ядер конденсации, $Re = 20000-60000$ ; в уравнение также входит коэффициент учета влажности $\varepsilon = (\varepsilon_{оп} - \varepsilon_{пп}) / (1 - \varepsilon_{пп})$ , где $\varepsilon_{оп}$ и $\varepsilon_{пп}$ – объемные содержания пара в потоке и над поверхностью конденсации
0,1	0,8	0,43	0	0	0	[20], то же при $Re = 60000-150000$
0,01	0,83	0,5	0	0	0	[21], течение турбулентной пленки по трубе при $Re = 1-2 \cdot 10^4$ , $Pr = 0,6-25$
0,186	0,95	1/3	0	0	0	[22], течение воды по трубам, где $Re > 50$ , $Pr = 4-230$
0,018	0,8	0	0	0	0	[22], течение воздуха по трубам
0,021	0,8	0,43	0	0	0	[23], турбулентное течение газа и жидкости (воды) по трубам, где $Re > 10000$ (т.к. при $Re = 2000-10000$ – переходный режим)
0,023	0,8	0,4	0	0	0	[23], турбулентное течение в трубе для $Re > 5000$ и $0,6 < Pr < 100$ . По цитируемым данным иных исследователей, $c = 0,023$ для стальных труб, $c = 0,030-0,034$ для медных (меньшие значения при $l/d > 100$ , большие при $l/d = 3-4$ )
0,527	0	0	0	-1/15	0	[24, 25], волновое течение конденсата при $Re = (40) 100-400$ ; вместо $Ga$ используется $Ag$ с капиллярной постоянной $l_6$ как характерным размером. Теплоотдача автомодельна: $Nu \approx const$ и минимален по сравнению с ламинарным и турбулентным режимами
0,047	0,8	0,4	0	0	0	[26], теплообмен к тонкой пленке жидкости в восходящем закрученном потоке; в уравнение также входит член $(\cos \phi_0)^{-0,6}$ , где $\phi_0$ – угол закрутки потока

*Примечания.* 1. Согласно [27], теплообмен при течении по трубам в двухфазном (жидкость+пар) и однофазном (жидкость) режимах отличается только константой  $C$ . При этом показатель степени  $n = 1/3$  для ламинарного и  $n = 0,8$  для турбулентного течения. 2. Согласно [28], в любых экспериментах по теплоотдаче при конденсации, испарении, абсорбции и нагреве жидкости при  $Re < 200$  критерий  $Nu$  пропорционален  $Re^{1/3}$ .

Из табл. 1 можно заключить, что реже всего в уравнениях используется критерий  $K$ . Это объяснимо, т.к. процессы «спокойной» теплоотдачи и фазового перехода редко исследуются в рамках одной работы, и результаты не обобщаются исследователями на оба этих процесса. Также мало используются критерий  $Gr$ , т.к. в большинстве цитированных работ рассматривается вынужденное движение газа (жидкости) при пренебрежении свободно-конвективным. Критерий  $Ga$ , который должен был бы в этом случае присутствовать в уравнениях, также нередко опускается в силу научной традиции упрощения критериальных уравнений (для возможности их прямого использования в инженерных расчетах), и в таком случае влияние поля внешних массовых сил сказывается косвенно, через изменение входящей в критерий  $Re$  характерной скорости потока.

С другой стороны, некоторые исследователи придерживаются принципа наиболее точного научного описания исследуемого процесса. Обычно это приводит к необходимости введения в критериальное уравнение дополнительных множителей, позволяющих точнее учесть характеристики процесса. Тогда форма записи уравнения процесса конденсации в обобщенном виде может быть следующей:

$$Nu = c \cdot Re^n \cdot Pr^m \cdot Gr^l \cdot Ga^k \cdot K^i \cdot (g'/g)^x \cdot (\square'/\square)^y \cdot (L/d_{вн})^z. \quad (1.3)$$

Числовые показатели степени у критериев согласно полученным различными исследователями полуэмпирическим выражениям представлены в таблице 1.2. При ее составлении использованы результаты работы [29], где проведен обзор результатов различных исследователей по изучению теплоотдачи при конденсации в зависимости от режима течения пленки.

Значение числовых коэффициентов в уравнении (1.3) согласно данным различных исследователей

с	n	m	j	k	i	x	y	z	Источник, пояснение
0,52	0,4	0	0	0	0	0,5	0,1	0	[29], ламинарное движение конденсата под действием межфазного трения
0,28	0,6	1/3	0	0	1/3	1/3	2/3	-1/3	[30], полная конденсация в вертикальном цилиндре, течение пара турбулентное, пленки – ламинарное вынужденное, движение фаз строго раздельно
1,26	$\frac{0,18}{2}$	0	0	$2,72 \cdot 10^{-1}$	0	0,09	0	0,18	[31], ламинарное движение конденсата под действием сил тяжести и межфазного трения
f(ε)	0,8	0,4	0	0	0	0,5	0,1	0	[32], турбулентное вынужденное движение; для полной конденсации f(ε) = 0,0387
0,418 · f(ε)	0,8	0,4	0	0	0	0,4	0,1	0	[33], турбулентное вынужденное движение; f(ε) = $\frac{1}{(1-\varepsilon)^{1,5}}$
0,178	0,7	0,4	0	0	0	0,35	0	0	[33], турбулентное вынужденное движение
0,021	0,9	0,5	0	0	0	0,5	0,1	0	[34], то же
0,03	0,82	0,4	0	0	0	0,5	0,1	0	[35], то же
0,029	0,87	1/3	0	0	0	0	0,14	0	[36], процесс теплообмена воздух-вода, воздух-газойль в вертикальной трубе
1	0,5	0	0	0	0	0,5	0,5	0	[37], теоретическое решение для конденсации на горизонтальной пластине или на пластине любой ориентации в невесомости (при g = 0)
0,9	0,5	0	0	0	0	0,5	0,5	0	[37], теоретическое решение для поперечного обтекания цилиндра в невесомости (g = 0)

Примечание. Здесь ε – относительный выпар:

$$\varepsilon = G_{m x=L} / G_{m x=0}, \quad (1.4)$$

где  $G_{m x=0}$  и  $G_{m x=L}$  – массовый расход пара во входном и выходном сечениях аппарата.

Как показано в [1], теория подобия качественно правильно описывает процесс конденсации пара. Более того, результаты большинства исследований по теплообмену выражаются именно в критериальной как в силу удобства полученных в ее рамках расчетных соотношений, так и в силу научной традиции. В качестве основных результатов проведенного нами обзора можно отметить следующие:

- наиболее распространенной при описании процессов конденсации (и вообще теплопередачи) является теория подобия, и, соответственно, критериальная форма представления результатов исследования;

- большинство результатов записываются с использованием критериев Re и Pr, остальные являются необязательными, хотя и могут дать уточненное описание параметров конкретного процесса;

- определение конкретного вида критериального уравнения (не только нахождение числовых коэффициентов, но и принципиальное определение всех входящих в него членов) возможно только после проведения экспериментального исследования конкретного процесса.

Таким образом, критериальные зависимости являются основными при изучении процессов теплообмена, в том числе при фазовых переходах (конденсации пара).

### Литература

1. Волков Ю.А. Тепло- и массообмен при ламинарной пленочной конденсации пара на вертикальной поверхности из вынужденного потока парогазовой смеси // Дисс-я на соискание уч. степени к.т.н. – М., 1983. – 164 с.
2. Школа В.В. Разработка методики расчета тепло- и массообмена при конденсации пара из вынужденного потока парогазовой смеси на пластине // Дисс-я на соискание уч. степени к.т.н. – М., 1984. – 131 с.
3. Шемагин И.А. Волновые характеристики и теплообмен при пленочной конденсации и пленочном кипении // Дисс-я на соискание уч. степени д.т.н. – Горький, 1989. – 259 с.
4. Sparrow E.M., Gregg J.L. Heat Transfer. // Trans. ASME, 1959. – V.81. N 1. – P. 113.
5. Дорфман Л.А. Гидродинамическое сопротивление и теплоотдача вращающихся тел. – М.: Физматгиз, 1960. – 260 с.
6. Тарг С.М. Основные задачи теории ламинарных течений. – М.: Гостехиздат, 1951.

7. *Архипов Л.И.* Экспериментальное исследование тепло- и массообмена при конденсации пара из паровоздушной смеси на вращающемся диске // Дисс-я на соискание уч. степени к.т.н. – М., 1971. – 171 с.
8. *Чернобыльский И.И., Щеголев Г.М.* Труды института теплоэнергетики АН УССР. Вып. 1, 1949.
9. *Астафьев В.Б.* Экспериментальное исследование теплоотдачи при конденсации пара на вращающемся диске // Дисс-я на соискание уч. степени к.т.н. – М., 1967. – 147 с.
10. *Касапов Н.К.* Исследование тепломассообмена при конденсации парогазовых смесей // Дисс-я на соискание уч. степени к.т.н. Краснодар, 1980. – 215 с.
11. *Юдаев Б.Н.* Теплопередача. – М.: Высшая школа, 1973. – 360 с.
12. *Теляков Э.Ш.* Исследование кинетики массообмена при ректификации многокомпонентных смесей // Автореферат дисс-и на соискание уч. степени к.т.н. – Казань, 1969. – 17 с.
13. *Кутателадзе С.С.* Основы теории теплообмена. – М., 1979. – 415 с.
14. *Гребер Г., Эрк С., Григуль У.* Основы учения о теплообмене. – М., Л.: Изд-во иностранной лит-ры, 1958. – 300 с.
15. *Kirkbride C.G.* Heat transfer by condensing vapour on vertical tubes // *Jnd. and Eng. Chem.*, 1934. – V.26. N 4. – P. 425–428.
16. *Понов В.Д.* О теплоотдаче при конденсации на горизонтальной поверхности. // Труды Киевского технологического института пищевой промышленности, 1951. – № 11. – С. 87–97.
17. *Бойко Л.Д., Кружилин Г.Н.* Теплоотдача при конденсации пара в трубе // Изв. АН СССР. Энергетика и транспорт, 1966. – № 5. – С. 113–128.
18. *Буглаев В.Т., Казаков В.С.* Теплоотдача при поперечном обтекании труб насыщенным воздухом. // Изв-я ВУЗов. Энергетика, 1971. – № 4. – С. 79–83.
19. *Пурцеладзе О.Г.* Экспериментальное исследование процессов тепло- и массообмена при конденсации водяного пара из влажного воздуха. // Труды Грузинского политехнического института. – Тбилиси, 1968. – С. 101–107.
20. *Лабунцов Д.А.* Теплоотдача при пленочной конденсации чистых паров на вертикальных поверхностях и горизонтальных трубах // Теплоэнергетика, 1957. – № 7. – С. 72–80.
21. *Печеркин Н.И.* Тепломассообмен и трение на стенке при вынужденном течении двухфазного потока в вертикальной трубе // Дисс-я на соискание уч. степени к.т.н. – Новосибирск, 1987. – 202 с.
22. *Михеев М.А., Михеева И.М.* Основы теплопередачи. – М.: Энергия, 1977. – 343 с.
23. *Тернакова Л.М.* Исследование теплоотдачи и гидравлических сопротивлений при конденсации перегретого и насыщенного пара внутри труб // Дисс-я на соискание уч. степени к.т.н. – Ашхабад, 1978. – 162 с.
24. *Накоряков В.Е., Покусаев Б.Г., Алексеенко С.В., Орлов В.В.* Мгновенный профиль скорости в волновой пленке жидкости // ИФЖ, 1977. – Т. 33. № 3. – С. 399–404.
25. *Кутателадзе С.С., Гогонин И.И., Григорьева Н.И., Дорохов А.Р.* К определению коэффициента теплоотдачи при пленочной конденсации неподвижного пара на вертикальной поверхности // Теплоэнергетика, 1980. – № 4. – С. 5–7.
26. *Бурдуков А.П., Богер А.Ф., Дорохов А.Р., Шиляев М.И.* Теплообмен к тонкой пленке жидкости в восходящем закрученном потоке // Теплофизика и Аэромеханика, 1996. – Т. 3. № 1. – С. 15–20.
27. *Collier J.* Convective Boiling and Condensation. – London, 1972. – 421 p.
28. *Дорохов А.Н., Гогонин И.И.* О теплообмене при ламинарно-волновом режиме течения пленки жидкости // Кипение и конденсация (гидродинамика и теплообмен). – Новосибирск: ИТФ СО АН СССР, 1986. – С. 5–13.
29. *Илларионов Ю.Т.* Исследование теплоотдачи при конденсации водяного пара в вертикальных трубах // Дисс-я на соискание уч. степени к.т.н. – Л., 1974. – 160 с.
30. *Гартман Г.* Экспресс-информация. // Теплоэнергетика, 1961. – № 31.
31. *Исаченко В.П.* Теплообмен при конденсации. – М.: Энергия, 1977. – 239 с.
32. *Кутателадзе С.С.* Теплоотдача при пленочной конденсации пара внутри горизонтальной трубы. // Вопросы теплопередачи и гидравлики двухфазных сред. – М.-Л.: ГЭИ, 1961. – с. 138–156.
33. *Консетов В.В.* Исследование теплоотдачи при конденсации чистого насыщенного пара внутри труб // Дисс-я на соискание уч. степени к.т.н. – Л., 1962. – 93 с.
34. *Carpenter E.F., Colburn A.P.* General Discussion on heat Transfer: *Inst. Mech. Engrs. and ASME*, 1951.

35. Волков Д.И. // Труды ИКТИ, 1965. – Вып. 57.

36. Groothuis H., Hendal W.P. Heat transfer in two-phase flow // Chem. Eng. Sci., 1959. – V.11. – P. 212–220.

37. Шекриладзе И.Г. Теплообмен в двухфазных средах с интенсивными процессами парообразования и конденсации // Дисс-я на соискание уч. степени д.т.н. – Тбилиси, 1981. – 282 с.

УДК 621

## ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ НЕТРАДИЦИОННЫХ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ ДЛЯ ЦЕЛЕЙ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ

*З.А. Муталибов, Р.С. Федюк  
(Дальневосточный федеральный университет, г. Владивосток)*

*В статье рассмотрены и обоснованы предложения экономического развития, перспективы и применения нетрадиционных возобновляемых источников энергии.*

Россия располагает большими потенциальными запасами геотермальной энергии в виде парогидротерм вулканических районов и энергетических термальных вод с температурой 60-200°C в платформенных и предгорных районах [1]. В 1967 г. на южной оконечности Камчатки была создана первая в стране Паужетская ГеоТЭС мощностью 5 МВт, доведенная впоследствии до мощности 11 МВт. Пробуренные в Паужетской геотермальной системе несколько десятков скважин в суммарном объеме производят пароводяную смесь в количестве, достаточном для расширения Паужетской ГеоТЭС до 25 МВт.

Недавний экономический кризис сказался и на сфере использования нетрадиционных возобновляемых источников энергии (НВИЭ). Несмотря на это удалось сохранить научно-технический потенциал и освоить выпуск новой продукции. Так на ОАО «Калужский турбинный завод» производятся конденсационные блок-модульные ГеоТЭС мощностью 4 и 20 МВт. Три таких блока «Туман-4К» по 4 МВт смонтированы на Верхне-Мутновской ГеоТЭС на Камчатке. В качестве теплоносителя используется пар Мутновского месторождения давлением 0,8 МПа. Строительство Верхне-Мутновской ГеоТЭС было начато в 1995 г. и завершено в 1999 г. В настоящее время мощность введенной в эксплуатацию ГеоТЭС составляет 12 МВт.

На Мутновской ГеоТЭС, проектная мощность которой составляет 80 МВт, будут установлены 4 энергомодуля «Камчатка-20» мощностью по 20 МВт. Строительство ГеоТЭС начато в 1992 г. на двух площадках, на каждой из которых располагается главный корпус с двумя энергоблоками.

В 1989 г. на Северном Кавказе была создана опытная Ставропольская ГеоТЭС с использованием двухконтурных энергоустановок. В качестве теплоносителя применяется термальная вода с температурой 165 °С, добываемой с глубины 4,2 км. Технологическая схема ГеоТЭС была разработана в ЭНИН им. Кржижановского [2]. Кроме указанных геотермальных теплоэлектростанций разработан проект и выполнено технико-экономическое обоснование Океанской ГеоТЭС на о. Итуруп в Сахалинской области суммарной мощностью 1-й и 2-й очередей 30 МВт. Находится в эксплуатации Курильская ГеоТЭС мощностью 0,5 МВт.

Месторождения парогидротерм имеются в России только на Камчатке и Курилах, поэтому геотермальная энергетика не может играть значительную роль в масштабах страны в целом. Но для указанных районов, энергоснабжение которых целиком зависит от привозного топлива, геотермальная энергетика способна радикально решить проблему энергообеспечения.

В свое время в бывшем СССР широкое распространение получили малые ГЭС, которые затем были законсервированы или списаны. Сейчас есть предпосылки возврата к малым ГЭС на новой основе, за счет производства современных гидроагрегатов мощностью от 10 до 5860 кВт. В настоящее время действуют около 50 микроГЭС мощностью от 1,5 до 50 кВт, в том числе каскад ГЭС на р. Толмачева мощностью трех очередей около 45 МВт [3].

В области ветроэнергетики созданы образцы отечественных ветроэнергетических установок (ВЭУ) мощностью 250 и 1000 кВт, находящиеся в опытной эксплуатации. Налаживается сотрудничество с зарубежными организациями и фирмами, имеющими большой опыт в этой области.

Недалеко от г. Элиста планируется строительство крупной Калмыцкой ВЭС, проектная мощность которой составляет 23 МВт. Первая очередь была построена на базе ВЭУ «Радуга-1» мощностью 1,0 МВт и с июля 1995 г. подключена к энергосистеме Калмыкии. Установка работает в круглосуточном режиме.

В Ростовской области в составе «Ростовэнерго» работает ВЭС, известная как ВЭС-300. В ее составе 10 ВЭУ мощностью по 30 кВт каждая. ВЭУ предоставила немецкая компания HSW в рамках проекта «Эльдорадо Винд».

Заполярная ВЭС мощностью 1,5 МВт (г. Воркута) успешно эксплуатируются с 1993 года. Она построена на базе шести установок АВЭ-250 российско-украинского производства мощностью 200-250 кВт каждая.

В июле 2002 г. при поддержке датской компании «SEAS Energi Service A.S.» состоялось открытие крупной ВЭС возле поселка Куликово Калининградской области. Куликовская ВЭС состоит из 21 ВЭУ датского производства мощностью 225 кВт каждая, суммарная мощность составляет 5,1 МВт. В дальнейшем планируется создание в Калининградской области первой коммерческой ветроэлектрической станции морского базирования мощностью 50 МВт. Ветропарк будет построен в 500 метрах от берега на шельфе Балтийского моря.

Подготовлено технико-экономическое обоснование Приморской ветровой электростанции общей мощностью 30 МВт. В качестве основного технологического оборудования приняты комплексные автоматизированные ВЭУ фирмы «Радуга» единичной мощностью 250 и 1000 кВт, поставляемые заводом укрупненными блоками максимальной заводской готовности. ВЭС будет размещаться на мысе Лукина, где планируется установить 80 ВЭУ мощностью 250 кВт, и на мысе Поворотном – 10 ВЭУ мощностью 1,0 МВт. Кроме перечисленных ВЭС в эксплуатации находятся до 1500 ветроустановок различной мощности (от 0,08 до 30 кВт).

В России в настоящее время работают несколько комплексов с биогазовыми установками, среди них: в Подмосковье – птицефабрика «Новомосковская», животноводческая ферма «Поярково» агрофирмы «Искра» Солнечногорского района Московской области, Сергачевская птицефабрика в Нижегородской области. В Российской отраслевой программе «Энергосбережение в АПК» на 2001-2006 годы, в разных областях, запланировано строительство 126 биогазовых установок. Кроме этого имеются технические разработки по использованию биогаза в качестве автомобильного топлива.

В восьмидесятые годы в Крыму была построена первая экспериментальная солнечная электростанция СЭС-5 мощностью 5 МВт с термодинамическим циклом преобразования энергии, а также экспериментальный комплекс сооружений с солнечным тепло- и хладоснабжением. В 60-70-е годы появились также фотоэлектрические установки автономного электроснабжения. К концу 80-х годов в бывшем СССР в эксплуатации находились солнечные установки горячего водоснабжения с общей площадью около 150 тыс.м<sup>2</sup>, а производство солнечных коллекторов доходило до 80 тыс. м<sup>2</sup> в год [4].

В 1968 г. в Кислой губе на побережье Баренцева моря появилась экспериментальная Кислогубская ПЭС мощностью 0,4 МВт, на строительстве которой был впервые использован отечественный прогрессивный метод наплавного строительства плотины. На ПЭС был установлен один обратимый капсульный агрегат французской фирмы «Нейрпик». Кислогубская ПЭС является научной базой ОАО «Научно-исследовательский институт энергетических сооружений». В последние годы станция не эксплуатировалась, но июне 2003 г. руководством Мурманской области и РАО «ЕЭС России» принято совместное решение о ее восстановлении. Гидроагрегаты для восстановления станции и увеличения ее мощности заказаны на предприятии «Звездочка» г. Северодвинск Архангельской области [5].

В качестве перспектив развития приливной энергетики в России следует отметить проекты Мезенской ПЭС на Белом море (19200 МВт), Тугурской ПЭС на Охотском море (7980 МВт). Колоссальные мощности проектируемых ПЭС, обусловленные природными условиями, требуют большое число (по несколько сотен) гидроагрегатов на каждой станции, длительные сроки строительства, огромные капиталовложения как непосредственно в строительство ПЭС, так и в мероприятия по их адаптации в рамках энергосистемы). Все это делает создание этих ПЭС предметом отдаленного будущего.

#### Литература

1. *Баланчевадзе В.И., Барановский А.И.* Энергетика сегодня и завтра. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 344 с.



2. Источники энергии. Факты, проблемы, решения. – М.: Наука и техника, 1997. – 110 с.
3. *Кириллин В.А.* Энергетика. Главные проблемы: В вопросах и ответах. – М.: Знание, 1997. – 128 с.
4. Мировая энергетика: прогноз развития до 2020 г. / Пер. с англ. под ред. Ю.Н. Старшикова. – М.: Энергия, 1990. – 256 с.
5. Нетрадиционные источники энергии. – М.: Знание, 1982. – 120 с.

УДК 621.313

## **ОБОСНОВАНИЕ НЕОБХОДИМОСТИ РАЗРАБОТКИ НОВОГО ТИПА ЭЛЕКТРОУРОВНЕМЕРА ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ДИНАМИЧЕСКОГО И СТАТИЧЕСКОГО УРОВНЕЙ ВОДЫ В СКВАЖИНАХ**

*Б. А. Опрышко (МУП «Городской водоканал»)  
В.А. Швецов, Д.В. Шунькин (КамчатГТУ)*

*В работе обосновано направление совершенствования уровнемеров для измерения динамического и статического уровней воды в скважинах.*

Оценена возможность использования различных типов уровнемеров для измерения динамического и статического уровней воды в скважинах города Петропавловска-Камчатского. Показано, что в условиях г. Петропавловска-Камчатского измерения уровней воды в скважинах следует выполнять с помощью электроуровнемеров, при этом необходимо усовершенствовать его конструкцию.

В городе Петропавловске-Камчатском скважины в общей системе водоснабжения играют роль резервных источников водоснабжения. Некоторые микрорайоны Петропавловск-Камчатского городского федерального округа (Халактырка, Тундровый, Дальний, Чапаевка, Радыгина, Заозерный, Долиновка) полностью снабжаются из подземных источников водоснабжения.

В процессе эксплуатации водозаборных скважин необходимо периодически контролировать характеристики скважины, а именно статический и динамический уровни воды, дебит скважины [1–4].

Эти характеристики влияют на технико-экономические показатели систем водоснабжения. Например, уменьшение производительности системы водоснабжения может быть связано с понижением уровней подземных вод в районе водозабора [2]. Понижение уровня воды в скважинах также влияет на повышение стоимости эксплуатации водозабора, на показатели работы насосов водоподъемной станции (КПД и износ насосов) [2].

Таким образом, систематические наблюдения за уровнями подземных вод (с учетом анализа показателей эксплуатации водозаборов) позволяют сделать вывод об эффективности использования водных ресурсов и техническом состоянии водозаборов [1–4].

Для наблюдений за групповыми водозаборами используются, как правило, наблюдательные скважины [5–7]. Наблюдательная скважина (диаметром 57 мм) удобна для использования любых приборов контроля уровней воды в скважинах. Для периодического измерения уровня воды в наблюдательных скважинах чаще применяют простые и дешевые переносные уровнемеры [2, 3]. При непрерывной регистрации уровней используют поплавковые, пневматические и ультразвуковые уровнемеры [2].

Подземные водозаборы Петропавловска-Камчатского не имеют наблюдательных скважин, что не позволяет использовать поплавковые, ультразвуковые уровнемеры, а также уровнемеры с хлопушкой.

Простое и достаточно точное измерение уровней воды в эксплуатационных скважинах осуществляется с помощью переносного прибора – электроуровнемера [1,2]

Уровнемеры, выпускаемые отечественной промышленностью, имеют следующие недостатки: высокую стоимость (20–25 тыс. руб.) прибора, при контакте электрода с влажной поверхностью обсадной трубы имеют место ложные срабатывания прибора, при ремонте прибора возникают затруднения, так как он содержит дефицитные детали.

Поэтому, для повышения эффективности измерения уровней воды в скважинах, необходимо разрабатывать более совершенную конструкцию электроуровнемера. МУП «Петропавловский водоканал» и кафедра РЭС КамчатГТУ приступили к разработке электроуровнемера, свободного от указанных недостатков.

## Литература

1. *Суреньяц С.Я., Иванов А.П.* Эксплуатация водозаборов подземных вод. – М.: Стройиздат, 1989. – С. 12–15.
2. *Плотников Н.А., Алексеев В.С.* Проектирование и эксплуатация водозаборов подземных вод. – М.: Стройиздат. – С. 201–203.
3. Водный кодекс Российской Федерации по состоянию на 20 февраля 2008 года. – Новосибирск: Сибирское университетское издательство, 2008.
4. Постановление №219 правительства РФ «Об утверждении положения об осуществлении государственного мониторинга водных объектов», 2007.
5. Справочник по бурению и оборудованию скважин на воду. / Ред. В.В. Дубровский – М.: Недра, 1972. – С. 418–420.
6. *Биндеман Н.Н., Бобрышев А.Т., Бочевер Ф.М., Гармонов И.В.* Поиски и разведка подземных вод для крупного водоснабжения. – М.: Издательство «Недра», 1969. – С. 44 – 45.
7. *Алексеев В.С., Волоховский Г.А., Гребенников В.Т.* Учебная книга мастера по ремонту скважин на воду. – М.: Колос, 1983. – С. 72 – 73.

УДК 553.3

### РАЗРАБОТКА И ВНЕДРЕНИЕ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩЕЙ ТЕХНОЛОГИИ ОБЖИГА СУЛЬФИДНЫХ ЗОЛОТОСОДЕРЖАЩИХ РУД

*В.В. Пахомова (ОАО «КАМЧАТГЕОЛОГИЯ»)  
В.А. Швецов, О.А. Белавина, Д.В. Шунькин (КамчатГТУ)  
Н.В. Адельшина (ФГУ «РОССЕЛЬХОЗНАДЗОР»)*

*В результате экспериментальных исследований была разработана и внедрена в производственную практику энергосберегающая технология обжига сульфидных золотосодержащих руд.*

Основными стратегическими задачами развития экономики России является энергосбережение и повышение производительности труда. Разработка энергоресурсосберегающих технологий, отличающихся высокой производительностью труда, в различных отраслях экономики Камчатского края является актуальной задачей [1].

Горнорудную промышленность можно выделить как одно из наиболее перспективных стратегических направлений в развитии экономики Камчатского края [1].

Технологический процесс обжига сульфидных руд широко используется в горнорудной промышленности. В ОАО «Камчатгеология» обжиг сульфидных золотосодержащих руд применяют в пробирном анализе [2]. Используемая при этом методика обжига [2,3] имеет следующие существенные недостатки:

- процесс обжига отличается высокой энергоемкостью;
- отсутствие устройства для автоматизированного управления процессом обжига в стандартном электротехнологическом оборудовании;
- в процессе обжига возможно спекание материала аналитической навески, что приводит к неполному извлечению благородных металлов в процессе пробирной плавки [2–5];
- в процессе обжига необходимо вручную перемешивать навеску руды [6];
- в процессе обжига полностью окисляется сульфидная сера, при этом руда теряет восстановительную способность, что не позволяет оптимизировать последующую операцию шихтования проб [7,8].

Цель настоящей работы – разработка энергосберегающей и ресурсосберегающей технологии (методики) обжига сульфидных золотосодержащих руд и автоматизация данного технологического процесса.

Для поиска оптимальных условий окислительного обжига сульфидных золотосодержащих руд выполнили следующие исследования. Установили начальный температурный режим этого обжига, при котором материал руды окисляется без воспламенения и последующего спекания. Эксперименты

[10] показали, что при температуре менее 250°C сульфидные золотосодержащие руды не окисляются, а при температуре более 300°C происходит воспламенение серосодержащих минералов и спекание материала пробы, что приводит к занижению результатов определения благородных металлов. Поэтому обжиг сульфидных золотосодержащих руд следует начинать при температуре 250–300°C. Изменяя время обжига при этом температурном режиме от 5 до 30 минут, установили [10], что руду целесообразно обжигать при температуре 250–300°C в течение 10–15 минут, а затем для интенсификации процесса окисления температуру обжига необходимо увеличить до 450–500°C. При работе в таком режиме не происходит спекания материала сульфидной руды и отпадает необходимость в частом перемешивании навески руды и визуальном контроле за процессом обжига. Эксперименты показали [10], что выполнение второго этапа обжига сульфидных золотосодержащих руд при температуре 450–500°C в течение 10–15 минут приводит к неполному удалению серы, поэтому материал навески имеет восстановительную способность, достаточную для образования свинцового сплава-коллектора массой 28–35 г. Это позволяет исключить из состава шихты восстановитель и, в соответствии с результатами исследований [7], сократить продолжительность операции смешения навески руды с шихтой.

Для оценивания влияния предлагаемой нами методики обжига сульфидных золотосодержащих руд на метрологические характеристики результатов пробирного анализа анализировали комплект ГСО золотосодержащих руд и продуктов их переработки. Материал аналитических навесок обжигали по вышеизложенной методике. При выполнении анализов проводили 16 единичных измерений содержания золота и серебра, используя аналитические навески массой 10–25 г. Экспериментальные данные и результаты их статистической обработки, приведенные в таблице, показывают, что метрологические характеристики пробирного анализа не ухудшаются при использовании разработанной нами методики окислительного обжига сульфидных золотосодержащих руд.

Таблица

**Результаты определения золота и серебра в ГСО сульфидных золотосодержащих рудах и продуктов их переработки.**

№ ГСО	Аттестованное содержание металла, г/г		Результат анализа ГСО, г/г		Среднеквадратическое отклонение результатов, г/г				Расчетное значение критерия Стьюдента t	
					установленное		допустимое			
	Au	Ag	Au	Ag	Au	Ag	Au	Ag	Au	Ag
3584–86	1,2	30,7	1,3	31,8	0,28	2,64	0,32	3,66	1,43	1,67
2029–79	1,6	33,0	1,7	34,1	0,42	2,94	0,43	3,93	0,95	1,56
3570–86	2,7	84,8	2,5	84,0	0,40	5,85	0,49	7,65	2,00	0,55
3585–86	13,0	16,8	13,5	17,9	0,98	2,02	1,08	2,55	2,04	2,18
1788–80	32,0	6,2	32,7	6,7	1,38	0,98	1,73	1,12	2,03	2,04
1787–80	36,0	6,7	36,0	7,2	1,02	1,12	1,95	1,21	0,0	1,79
3571–86	41,6	595,3	41,4	600,0	1,48	10,24	2,95	14,83	0,54	1,84

Примечание:  $t(0,05; 15) = 2,13$ ;  $t(0,01; 15) = 2,95$

Таким образом, для окислительного обжига сульфидных золотосодержащих руд целесообразно использовать методику [10], которая по сравнению с существующей [2,6] обеспечивает следующие технико-экономические преимущества: снижает расход электроэнергии при проведении операции окислительного обжига примерно на 40 %; исключает из состава шихты восстановитель; устраняет спекание руды в процессе обжига и, следовательно, снижает вероятность потерь благородных металлов в процессе плавки; сокращает время, необходимое для перемешивания руды и визуального контроля за ходом операции обжига руды, а также время смешения руды и шихты примерно в два раза.

Данная методика внедрена в производственную практику ОАО «Камчатгеология» [11]. Следует отметить, что стандартное электротехнологическое оборудование [12] не вполне пригодно для реализации методики [10]. Поэтому необходимо усовершенствовать конструкцию электропечи для обжига сульфидных золотосодержащих руд. В первую очередь необходимо разработать программный регулятор температурного режима в электропечи.

## Литература

1. <http://www.kamchatka.gov.ru/>
2. Барышников И.Ф., Попова Н.Н., Орбинская В.А. Пробоотбирание и анализ благородных металлов. – М.: Металлургия, 1978. – С.3.

3. *Иванюк Б.О.* Пробирный анализ горных пород, руд и минералов. – Магадан: Магаданское книжное издательство, 1986. – 79 с.
4. *Манохин А.И.* Сульфидные расплавы тяжелых металлов. – М.: Наука, 1982. – 141 с.
5. *Михайлов Н.И.* Цветная металлургия, 1966. – № 14. – С. 37-39.
6. *Бимиш Ф.* Аналитическая химия благородных металлов. – М.: Мир, 1969. – Ч. 1. – с.269.
7. *Шахтин Д.М.* Огнеупоры, 1978. – № 4. – С. 52–54.
8. *Швецов В.А.* Химическое опробование золоторудных месторождений. – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2008. – 222 с.
9. *Кузьмин Н.М.* // Аналит. химия, 1996. – Т. 51. № 3. – С. 262–269.
10. *Швецов В.А., Адельшина Н.В., Семенов С.В.* Патент на изобретение RU № 22.48 // Бюлл. Изобретений № 6, 2004.
11. *Пахомова В.В., Швецов В. А.* СТП 13-008-09. – Петропавловск-Камчатский: ОАО «Камчатгеология», 2009. – 17 с.
12. *Мусакин А.П., Рачинский Ф.Ю., Суглобова К.Д.* Оборудование химических лабораторий. – Л.: Химия, 1978. – 480 с.

УДК 629.5

## **РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ ВИРТУАЛЬНЫХ МОДЕЛЕЙ ПРИМЕНЕНИЯ ДОПОЛНИТЕЛЬНЫХ ИСТОЧНИКОВ ПИТАНИЯ В СУДОВОЙ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЕ**

*Н.Н. Портнягин (КамчатГТУ)  
С.Ю. Труднев (аспирант, КамчатГТУ)*

*В статье представлены результаты моделирования судовой электроэнергетической системы с применением современных широтно-импульсных преобразователей и резервных источников бесперебойного питания.*

В настоящее время в связи с высоким ростом энергопотребления любая экономически выгодная модернизация энергетического комплекса предполагает внедрение энергосберегающих технологий. В частности, возможность сокращения затрат на топливо электроэнергетической системы и улучшение безопасности мореплавания может быть осуществлено путем внедрения в систему защиты судового синхронного генератора от обратной мощности при помощи дополнительного источника питания электрической энергии.

Основной задачей системы защиты генератора от обратной мощности является отключение генераторного агрегата от сети. Это приводит к продолжающейся работе дизеля на холостом ходу или полной его остановке, что в свою очередь повлечет дополнительный расход топлива. Система защиты предусматривает переброс нагрузки на резервный генератор или отключение потребителей по ступеням нагрузки и невозможность получения питания некоторых важных потребителей как следствие этого. Одним из решений данной проблемы может являться модернизация системы защиты путем добавления в нее блока ионисторных модулей и блока широтно-импульсного преобразователя. Система предусматривает подключение резервного источника питания взамен недопустимого отключения генераторного агрегата от сети.

Существующая система защиты генератора срабатывает таким образом, что она отключает генератор от сети. В результате дизель продолжает работать на холостом ходу, расходуя при этом топливо впустую, или отключается. В добавок ко всему в лучшем случае всю нагрузку берет на себя второй генератор, в худшем – нагрузка отключается и потребители не получают питание. Проблему можно решить, модернизировав систему защиты путем добавления в нее блока ионисторных модулей и блока широтно-импульсного преобразователя. Защита будет уже не отключать генератор от сети, а подключать резервный источник питания. Благодаря своей способности мгновенно менять частоту, источник бесперебойного питания мгновенно возьмет на себя нагрузку, тем самым на некоторое время разгрузит генератор. Ионистор по своей структуре обратим, поэтому через широтно-импульсный преобразователь будет находиться практически всегда в заряженном состоянии.

Подтверждением этого является модель процесса работы синхронного генератора на нагрузку через широтно импульсный преобразователь. В качестве нагрузки в модели представлен асинхронный двигатель большой мощности, являющийся одним из основных энергоемких

потребителей на судах. Кроме того, что асинхронный двигатель является активно – индуктивной нагрузкой, включение его на прямую к сети приводит к резкому провалу напряжения. Для данной модели учитывание этих усложняющих факторов является существенным плюсом.

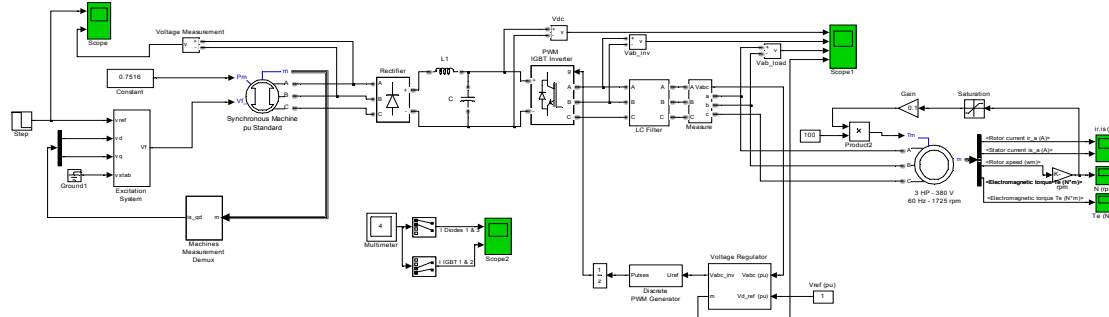


Рис. 1. Виртуальная модель средствами пакета MATLAB 7.0 с расширением Simulink 5/6 и SimPowerSystems процесса работы синхронного генератора на нагрузку через широтно импульсный преобразователь

На модели представлен генератор серии МСК работающий как на энергоёмкий потребитель, так и на зарядку ионисторной батареи. Кроме того, улучшение качества электрической энергии достигнуто применением в модели широтно – импульсного преобразователя. График заряда ионистора представлен на рис. 2.

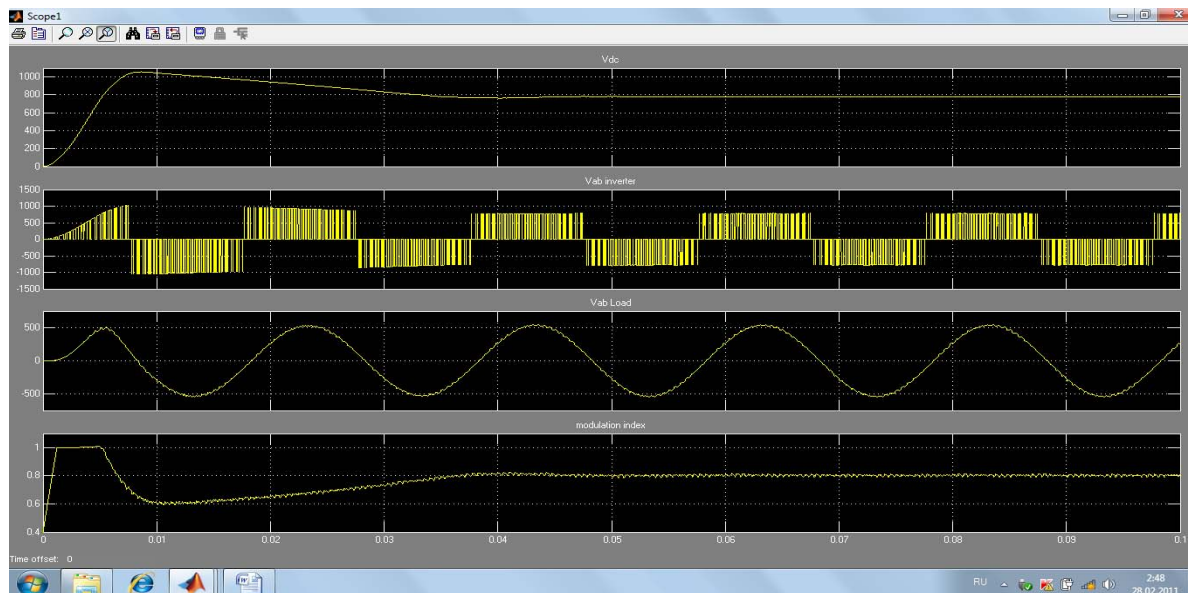


Рис. 2. Результат моделирования: график заряда ионисторной батареи и показатели качества преобразованной электроэнергии

В момент аварийного режима основным показателем целесообразности применения ионисторного модуля как источника питания является время его способности поддерживать судовую электроэнергетическую систему до включения резервного дизель - генератора. С целью определения времени разряда на активно – индуктивную нагрузку средствами пакета MATLAB 7.0 с расширением Simulink 5/6 и SimPowerSystems [3] была смоделирована соответствующая система.

Результаты моделирования представлены на рис. 3 позволяют сделать следующие выводы:

- работоспособность и адекватность модели подтверждается компьютерными экспериментами, сопоставимость модельных результатов пуска асинхронного двигателя с широтно-импульсным преобразователем и натурными испытаниями оценивается погрешностями не более 5 %;
- учет процесса разрядки ионистора в режиме пуска асинхронного двигателя мощностью 15 кВт, проведенный с помощью модельного прибора [2]  $vab(V)$  рисунок3, показывает, что в течение 50 секунд ионистор удерживает 70 % номинального напряжения;
- показания прибора  $N(rpm)$ , регистрирующего обороты асинхронного двигателя [3], также подтверждают работоспособность резервного питания в течение 50 сек.
- точка срыва рабочей характеристики асинхронного двигателя при питании от ионистора при заданных параметрах оценивается временем 50 сек.

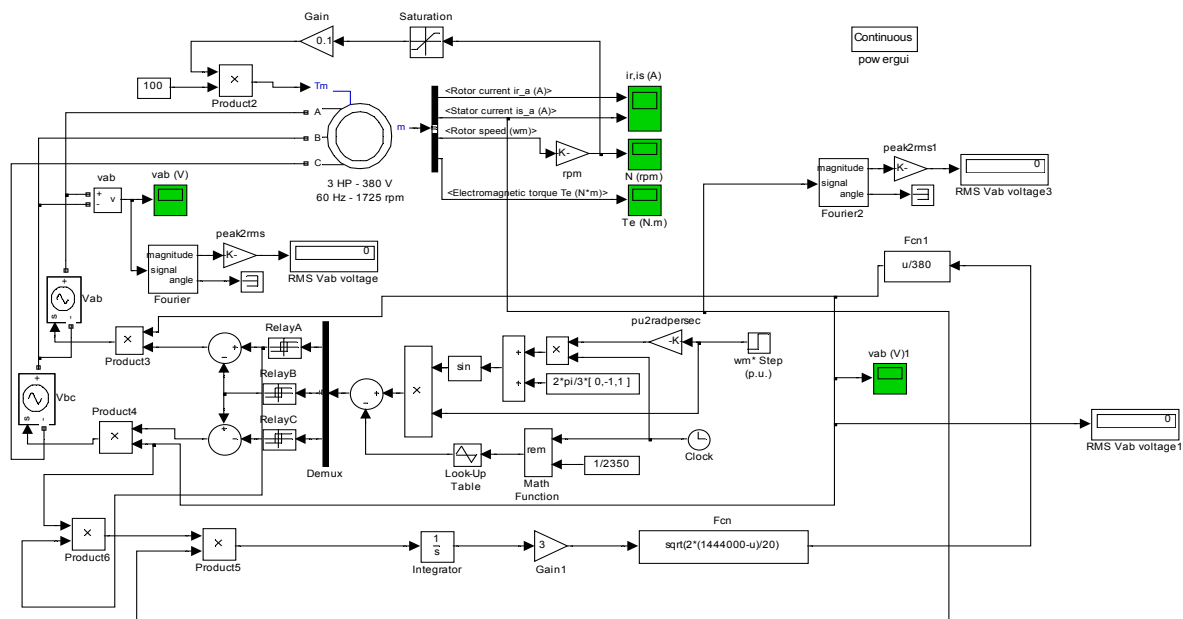


Рис. 3. Результаты моделирования процесса функционирования электропривода с электропитанием от ионистора

Таким образом, созданная модель позволяет оценить время, в течение которого резервный источник питания на основе современных ионисторов [1], при различных значениях мощности асинхронного двигателя и величинах электрической емкости ионистора будет поддерживать его в работе.

На основании представленных моделей можно сделать вывод о том, что время заряда и разряда ионисторной батареи удовлетворяет требованиям, предъявляемым к судовой электроэнергетической системе. Полученные временные характеристики позволяют судить о том, что количества накопленной электроэнергии может быть достаточным для поддержания судовой электроэнергетической системы в рабочем состоянии до включения резервного источника питания даже при наличии сложных энергоемких потребителей. Кроме того, элементы схемы, повышающие качество электрической энергии позволяют на достаточно высоком требуемом уровне избежать помех и скачков напряжения.

### Литература

1. *Портнягин Н.Н., Пюкке Г.А.* Теория, методы и эксперименты решения задач диагностики судовых электрических средств автоматизации (монография) // Судостроение – СПб., 2004. – 157 с.
2. *Дьяконов В.П.* MATLAB 6.5 SP1/7 + Simulink 5/6. Основы применения. Серия библиотека профессионала – М.: СОЛОН – Пресс, 2005. – 800 с.
3. *Черных И.В.* Моделирование электро-технических устройств в MATLAB SimPowerSystems и Simulink. – М.: ДМК Пресс. – СПб.: Питер, 2008. – 288 с.

УДК 621.313

## РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ ТЕХНИЧЕСКОГО ДИАГНОСТИРОВАНИЯ АСИНХРОННОГО ДВИГАТЕЛЯ

*Н.Н. Портнягин, А.А. Ушакевич, А.А. Марченко (КамчатГТУ)*

*В статье представлена модель управления скоростью вращения асинхронного двигателя с возможностью перехода в генераторный режим.*

Асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором является самым распространенным из электрических двигателей, применяемых в промышленности. Это объясняется рядом преимуществ перед двигателями постоянного тока: более высокую надежность, простоту эксплуатации, лучшие массогабаритные показатели, низкую стоимость и др. Огромное количество двигателей, находя-

щихся в эксплуатации определяет и большое количество двигателей, вышедших из строя, и требующих починки на ремонтных предприятиях. В настоящее время около 70 % эксплуатируемого парка электродвигателей составляют машины, подвергавшиеся капитальному ремонту хотя бы один раз. Общеизвестным фактом является то, что к капитальному ремонту электродвигателей предъявляются серьезные технические требования, направленные к тому, чтобы по надежности в эксплуатации и техническим характеристикам отремонтированные машины не уступали новым, выпускаемым промышленностью [1]. Непременным условием для обеспечения высокого качества ремонта машин является проведение при ремонте обязательного объема испытаний и измерений.

В объем приемо-сдаточных испытаний асинхронных двигателей после ремонта входит испытание электродвигателя под нагрузкой.

Проверка асинхронного двигателя происходит чаще всего при помощи так называемых комплексных стендов проверки асинхронных двигателей (КСПАД). На российском рынке представлены несколько вариантов подобного устройства. Основным их недостатком является опыт работы под нагрузкой. В качестве нагрузки используется так называемая механическая нагрузка, использование которой предусматривает сложные высокоточные, но необходимые процессы центровки. Это в свою очередь приводит к привлечению сторонних специалистов, и дополнительных затрат как следствие.

Такие обязательные моменты как нагрев и насадка полумуфт, проверка положения шеек вала в нижних вкладышах, проверка радиального биения вала и полумуфт, проверка полумуфт на осевое биение значительно осложнены габаритами машин и обязательным применением кранов, талей блоков, лебедок. Применение подобных вспомогательных механизмов в свою очередь определяет ужесточение техники безопасности при монтаже крупных электрических машин, что включает в себя наряду с установкой специально защитного оборудования наличие дополнительного персонала. Более того, с центровкой крупных электрических машин связаны сложные организационные работы и затраты на специальные расходные материалы, такие как бензин, керосин для очистки шеек и концов валов и посадочной части полумуфт, ксилол для снятия антикоррозийного покрытия на шейках валов, горючие материалы для нагрева полумуфт, наждачное полотно и т.д. Для крупных машин затраты на расходные материалы могут оказаться весьма значительными. Все это существенно сказывается на экономической выгоде проверки асинхронных двигателей под нагрузкой.

Значительно повысить надежность процесса диагностирования асинхронного двигателя возможно при помощи свойств обратимости электрических машин. На основе теории электрических машин можно сделать вывод об удовлетворении степени прочности конструктивных элементов машин при переходе в режим генератора. Кроме того, по условиям ограничения потерь, нагрева и высокого КПД в генераторном режиме возможны значения абсолютных величин скольжения такого же порядка, как и в двигательном. Переход в устойчивый режим асинхронного генератора связан с некоторыми трудностями. Использование асинхронного генератора затруднено потреблением реактивной мощности машиной и необходимостью подключением синхронного генератора, компенсатора или конденсатора как его источника.

Кроме того, на основании вышесказанного о центровке электрических машин можно сделать вывод о нецелесообразности использования приводного двигателя для разгона и получения обратного скольжения. В то же время может оказаться очень перспективным перевод в режим генератора на короткий промежуток времени путем изменения частоты питающего напряжения. Такого процесса может быть вполне достаточно для получения необходимой для диагностирования базы знаний. Подобный подход к диагностированию может быть применен только с появлением современных преобразователей частоты, получивших реальное распространение сравнительно недавно.

При данных условиях было отдано предпочтение сложному векторному управлению асинхронного двигателя. Это определяется следующими условиями: исследование должно проводиться с максимально-возможной точностью, так как полученные результаты будут использоваться при получении научной базы знаний. В дальнейшем полученные результаты могут быть значительно упрощены, но на этапе исследования важен сбор максимальной информации, поэтому точность векторного управления просто необходима.

На рисунке 1 представлен процесс перехода в кратковременный генераторный режим при помощи преобразователя частоты, реализованный в программе компьютерного моделирования средствами пакета MATLAB 7.0 [2]. В этом режиме машина будет являться большую часть времени генератором с кратковременным переходом в двигательный режим.





Из всего вышесказанного можно сделать о том, что проводить испытание электродвигателя с существенной экономией электроэнергии целесообразно при помощи устройства, электрическая схема которого представлена на рисунке 3.

Переключение питания электродвигателя от частотного преобразователя к трансформатору в момент максимальной скорости производится путем силовой коммутации, причем сеть номер 2 будет работать как потребитель электрической энергии до установления двигательного режима.

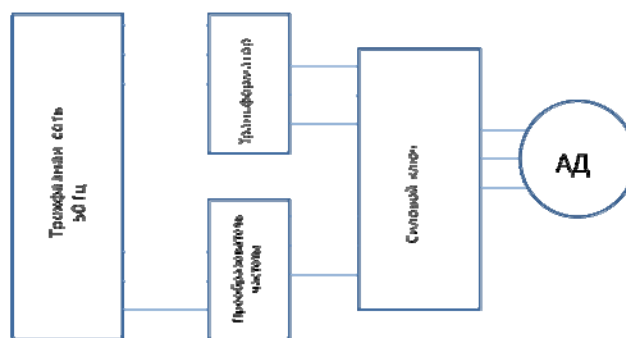


Рис. 3. Структурная схема частотного управления АД с отдачей энергии в сеть

### Литература

1. Коварский Е.М., Янко Ю.И. Испытание электрических машин. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 320 с.
2. Дьяконов В.П. MATLAB 6.5 SP1/7 + Simulink 5/6. Основы применения. Серия библиотека профессионала – М.: СОЛОН – Пресс, 2005. – 800 с.
3. Черных И.В. Моделирование электротехнических устройств в MATLAB SimPowerSystems и Simulink. – М.: ДМК Пресс, – СПб.: Питер, 2008. – 288 с.

УДК 24.5

## АНАЛИЗ СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЙ АКТИВАЦИИ ВОДЫ, ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ЕЕ РАЗВИТИЯ В КАМЧАТГТУ

*А.С. Примаков, Н.В. Родимов, В.А. Швецов (КамчатГТУ)*

*В работе обоснована необходимость совершенствования технологии электрохимической активации воды.*

Различные виды электротехнологий широко применяются в промышленности, сельском хозяйстве, медицине и других отраслях [1, 2], поэтому совершенствование электротехнологий является актуальной задачей. Одной из наиболее распространенных электротехнологий является электрохимическая активация воды [3–5].

Авторами был проведен анализ современного состояния технологии электрохимической активации воды, который показал, что данный вид электротехнологии прекратил свое развитие в Российской Федерации. Основная причина - недостаток научных исследований в этой области.

Руководствуясь решениями президента и правительства Российской Федерации [6], курсанты кафедры РЭС приступили к исследованию и совершенствованию технологии электрохимической активации воды. Внедрение результатов научных исследований необходимо для развития наиболее перспективных стратегических направлений в экономике Камчатского Края, а именно: здравоохранении, теплоэнергетике, сельском хозяйстве, горнорудной промышленности, строительной индустрии [7].

Курсанты кафедры РЭС, в качестве приоритетной, выбрали область здравоохранения. Целью выполняемых авторами научных исследованиями является получение воды, которая может широко применяться в медицине для лечения таких заболеваний как: радикулит, изжога, гастрит, язва желудка, холецистит, гепатит и т. д. [8–13]. При выполнении научных исследований возникли следующие трудности: лаборатория НИР кафедры РЭС не оснащена в полном объеме необходимым оборудованием, в библиотеке КамчатГТУ отсутствуют специальные журналы.

### Литература

1. Живописцев Е. Н., Косицин О.А. Электротехнология и электрическое освещение. – М.: Агропромиздат, 1990. – 303 с.

2. Кудрявцев И.Ф., Карасенко В.А. Электрический нагрев и электротехнология. – М.: Колос, 1975. – 384 с.
3. Бахир В.М. Электрохимическая активация. 2 ч. – М.: ВНИИИ мед. техники, 1992. – 657 с.
4. Бахир В.М., Задорожний Ю.Г., Леонов Б.И., Паничева С.А., Прилуцкий В.И., Сухова О.И. Электрохимическая активация: история, состояние, перспективы. – М.: ВНИИИМТ, 1999. – 256 с.
5. <http://water-l.ru>
6. <http://news.kremlin.ru/news/3128>
7. <http://www.kamchatka.gov.ru>
8. <http://nou.nm.ru/aktiv.htm>
9. <http://www.water-energy.ru/ustalost.html>
10. [http://medic.ymka.ru/jivaya\\_mertvaya\\_voda](http://medic.ymka.ru/jivaya_mertvaya_voda)
11. <http://www.medn.ru/statyi/Lechenieaktivirovannojzhi.html>
12. <http://www.inkomk.ru/stat3/st8.html>
13. <http://givaya-voda.ucoz.ru/index/0-7>

УДК 656.61

### **ИЗМЕРЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ВОЛНЕНИЯ ОРТОГОНАЛЬНО-ЛИНЕЕЧНЫМ ВОЛНОМЕРОМ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ТОЧНОСТИ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ПЛАВАНИЯ НА ВОЛНЕНИИ**

***В.И. Сичкарёв***

*(Новосибирская государственная академия водного транспорта, г. Новосибирск)*

*Описано устройство и использование ортогонально-линеечного волномера по измерению параметров волнения с мостика на ходу судна для целей судовождения.*

Научно обеспеченные задачи плавания на волнении требуют достаточно точного знания параметров волнения – высоты, длины или периода. Чем меньше точность исходной информации о волнении, тем менее точным получается решение и тем меньше доверие судоводителей к таким методам, больше надежды на личный морской опыт. Однако, до сих пор ни гидрометеорологическое наставление судоводителям [1], ни РД 31.00.57.2-91, ни морская практика не предложили судоводителю более точного метода определения длины и высоты волны, чем глазомерный.

К середине 1990-х годов автору удалось найти метод, создать простейший прибор для измерения длины волны на ходу судна и провести несколько серий его испытаний в Японском море. В дальнейшем удалось усовершенствовать прибор на основе того же метода и приспособить его для измерения не только длин волн, но и высот, или высоты и длины волны сразу. В окончательном виде прибор назван ортогонально-линеечным волномером (ОЛВ), [2–8].

Обширные натурные измерения волнения с помощью ОЛВ в течение 2007–2009 г.г. были выполнены В.К. Лубковским в Японском море, у восточных берегов Японии, у южного побережья Кореи с одновременным фотографированием изображения волнения на крупных шкалах экрана РЛС. Сопоставление волномерных наблюдений с обработанным радиолокационным изображением волнового поля позволило установить достаточно надёжные статистические параметры измеряемого ОЛВ волнения, [9-11]. По результатам этих исследований В.К. Лубковским защищена кандидатская диссертация в МГУ им. адм. Г.И. Невельского в 2010 г.

Конструкция ОЛВ настолько проста, что его легко изготовить в судовых условиях.

Простейший двухлинеечный ОЛВ предназначен для измерения только длины волны  $\lambda$  (или горизонтального размера любого объекта) в море при наличии видимого горизонта.

Двухлинеечный ОЛВ состоит из горизонтальной 1 (ГЛ) и вертикальной 2 (ВЛ) линеек, рис.1, взаимно перпендикулярно установленных в крестовине 3 с возможностью продольного перемещения каждой линейки. Линейки содержат шкалы делений (например, миллиметровые). Крестовина 3 может быть смонтирована на пластине 4 для повышения жёсткости крестовины и для размещения на пластине инструкции пользователю. В судовых условиях крестовина с пластиной легко выклеиваются из плотной бумаги. Измерительные торцы линеек могут заканчиваться измерительными метками 5.

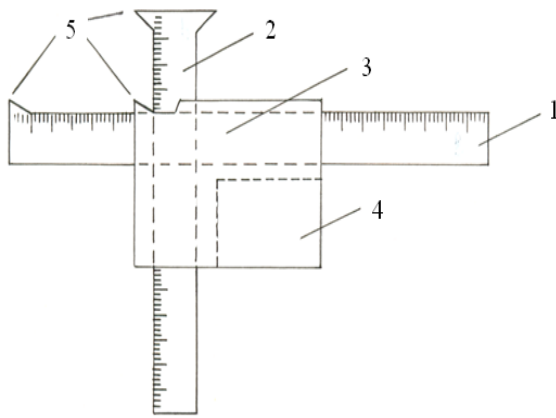


Рис. 1. Устройство двухлинейного волномера  
 1 – горизонтальная линейка с делениями;  
 2 – вертикальная линейка с делениями;  
 3 – крестовина; 4 – пластина  
 5 – измерительные метки

Процесс измерения закончен.

Далее, не сдвигая взаимного положения линеек, убрать ОЛВ из измерительного положения и снять отсчеты горизонтальной  $l_z$  и вертикальной  $l_e$  линеек.

Длина волны вычисляется по формуле:

$$\lambda = e \cdot \frac{l_z}{l_e}, \quad (1)$$

где  $e$  – высота глаза наблюдателя над уровнем моря, м.

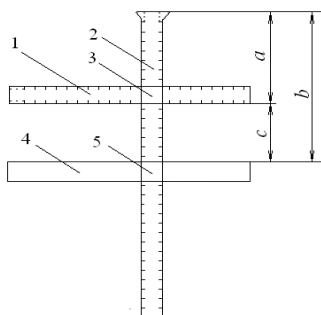


Рис. 2. Устройство трёхлинейного волномера: 1 – основная горизонтальная линейка; 2 – вертикальная линейка; 3, 5 – крестовина; 4 – дополнительная горизонтальная линейка

Трёхлинейчный волномер используется следующим образом.

1. Измерение длины волны.

Выполняется полностью аналогично п. 1 с вычислением длины волны по (1).

2. Измерение высоты волны.

Условия выбора рельефной волны и расположения судоводителя относительно направления движения волны аналогичны п. 1. Нацеливание линеек производится следующим образом. ВЛ 2 совмещается кромкой с вертикалом вершины волны. Верхний торец вертикальной линейки совмещается с линией горизонта. Нацеливание ДГЛ 4 производится снизу, верхней кромкой, на уровень двух соседних (слева и справа) подошв относительно измеряемой вершины волны. ОГЛ 1 нацеливается сверху (накладывается нижней кромкой) на уровень вершины измеряемой волны.

Снимаются следующие отсчеты ВЛ:

$a$  – отсчёт ВЛ от начала до нижней кромки ОГЛ;

$b$  – отсчёт ВЛ от начала до верхней кромки ДГЛ;

$c = b - a$  – разность отсчётов ВЛ.

Высота волны вычисляется по формуле:

$$h = e \cdot \frac{c}{b}. \quad (2)$$

Двухлинейный ОЛВ для измерения длины волны используется следующим образом. Заранее наметить хорошо выраженную, рельефную волну (достаточно крутую для точного визуального фиксирования вершин и подошв) на расстоянии от судна до линии следования волны 50–200 м. Волну нужно выбирать поближе к судну, но достаточно далеко, чтобы на неё не влияла корабельная волна. Повернуться лицом перпендикулярно направлению движения волны (т.е. встать лицом вдоль фронта волны). Поднять ОЛВ в измерительное положение: на вытянутой руке, поставив вертикальную линейку 2 вертикально. Когда волна будет проходить кратчайшее расстояние до судна, выдвинуть горизонтальную линейку 1 из крестовины 3 так, чтобы измерительные метки 5 были нацелены снизу на вершины двух соседних гребней. Сразу после этого выдвинуть вертикальную линейку 2 до нацеливания её верхнего торца на линию горизонта.

Трёхлинейный ОЛВ предназначен для отдельного измерения длины и высоты волн (или горизонтального и вертикального размера объекта). Также может использоваться для измерения длины и высоты одной и той же волны (что, однако, требует достаточного опыта и сноровки).

Трёхлинейный ОЛВ, рис. 2, состоит из основной горизонтальной линейки (ОГЛ) 1, вертикальной линейки (ВЛ) 2, установленных в крестовине 3 взаимно перпендикулярно. дополнительной горизонтальной линейки (ДГЛ) 4, установленной в крестовине 5. Крестовины предоставляют возможность продольного перемещения каждой линейки. ОГЛ 1 и ВЛ 2 содержат шкалы деления (например, миллиметровые) вдоль каждой кромки. Начало шкал деления совмещено с левым и верхним торцом линеек соответственно.

### 3. Одновременное измерение высоты и длины волны.

Условия выбора рельефной волны, расположения судоводителя относительно направления движения волны и нацеливания всех линеек на измерение высоты волны аналогично п. 3. Дополнительно ОГЛ выдвигается до нацеливания сверху начальным торцом на вершину соседнего гребня волны. Измеряемые величины на ВЛ аналогичны п. 3, а на ОГЛ аналогичны п. 1, но по нижней шкале:  $l$  – отсчёт ОГЛ от начала до ВЛ.

Высота и длина волны вычисляется по формулам:

$$h = e \cdot \frac{c}{b}; \quad \lambda = e \cdot \frac{l}{a}. \quad (3)$$

В проведённых экспериментальных наблюдениях были получены следующие выводы.

1. Необходимо выполнять серию из 10–20 наблюдений последовательно идущих рельефных волн.
2. Средние величины из серий наблюдений рельефных волн  $\bar{h}_p, \bar{\lambda}_p$  совпадают со средними

величинами параметров фактического волнения  $\bar{h}, \bar{\lambda}$ :

$$\bar{h}_p = \bar{h}; \quad \bar{\lambda}_p = \bar{\lambda}. \quad (4)$$

1. Пересчёт средних параметров  $\bar{h}_p, \bar{\lambda}_p$  в параметры волнения нужной обеспеченности  $h_{x\%}, \lambda_{x\%}$  производится обычным образом с использованием функций распределения  $F\left(\frac{h}{\bar{h}}\right), F\left(\frac{\lambda}{\bar{\lambda}}\right)$  этих параметров волн [12]:

$$F\left(\frac{h}{\bar{h}}\right) = \exp\left[-0,785 \cdot \left(\frac{h}{\bar{h}}\right)^2\right], \quad (5)$$

$$F\left(\frac{\lambda}{\bar{\lambda}}\right) = \exp\left[-0,757 \cdot \left(\frac{\lambda}{\bar{\lambda}}\right)^{2,3}\right], \quad (6)$$

или по таблице конкретных значений функции распределения:

Таблица

Конкретные значения функции

Относительный параметр волнения	Обеспеченность параметра волнения. %				
	0,1	1	3	5	12,5 Значительное волнение
$h / \bar{h}$	2,97	2,42	2,11	1,95	1,64
$\lambda / \bar{\lambda}$	2,62	2,19	1,95	1,82	1,56

### Литература

1. ГУГМС. Наставление гидрометстанциям и постам. – Л.: Гидрометеиздат, 1971. – Вып. 9, ч. III. – 151 с.
2. Сичкарёв В.И. Способ и прибор для дистанционного определения длины волны на ходу судна // Судовождение: управляемость, управление, навигация, обучение. Сб. науч. трудов. – Новосибирск: НГАВТ, 1999. – С. 3–9.
3. Сичкарёв В.И. Использование в судовождении гидрометеорологической информации. – Новосибирск: НГАВТ, 2000. – 176 с.
4. Сичкарёв В.И. Точность измерения длины волны волномером Сичкарёва // Сб. науч. трудов Судовождение – 2000. – Новосибирск: НГАВТ, 2000. – С. 13–25.
5. Сичкарёв В.И. Статистические характеристики рельефных волн, измеренных ортогонально-линеечным волномером Сичкарёва // Сб. науч. трудов Судовождение–2000. – Новосибирск: НГАВТ, 2000. – С. 26–33.
6. Брынский Д.Е. Оценка длины волны в групповых наблюдениях ортогонально-линеечным волномером в сопоставлении с другими способами // Сб. научн. трудов Судовождение–2000. – Новосибирск: НГАВТ, 2000. – С. 34–43.
7. Сичкарёв В.И. Длинно-высото-волномер из трёх ортогонально расположенных линеек // Сб. науч. трудов Судовождение–2004. – Новосибирск: НГАВТ, 2004. – С. 3–11.
8. Сичкарёв В.И. Совершенствование методов решения задач безопасности плавания на волнении в связи с возможностью непосредственного измерения длин волн с мостика судна ортогонально-линеечным волномером // Сб. научн. трудов Судовождение–2002. – Новосибирск: НГАВТ, 2002. – С. 42–48.

9. Сичкарёв В.И. Измерение высот и длин волн ортогонально линейным длинно-высото-волномером // Научный журнал Научные проблемы транспорта Сибири и Дальнего Востока, – Новосибирск: ФГОУ ВПО «НГАВТ», 2007. – № 1. – С. 48–54.

10. Лубковский В.К. Сопоставление статистических характеристик волнового поля по замерам ортогонально-линейным волномером и по фотоснимкам экрана РЛС // Научный журнал Научные проблемы транспорта Сибири и Дальнего Востока: – Новосибирск: НГАВТ, 2009. – № 1. – С. 165–169.

11. Лубковский В.К. Использование ортогонально-линейного длинно-высото-волномера Сичкарёва для задач плавания судов на волнении // Научный журнал Научные проблемы транспорта Сибири и Дальнего Востока. – Новосибирск: НГАВТ, 2009. – № 1. – С.163–165.

12. Регистр СССР. Ветер и волны в океанах и морях: справочные данные. – Л.: Транспорт, 1974. – 360 с.

УДК 621.38

## ДАТЧИК РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ

С.В. Устюжанин (КамчатГТУ)

*В данном докладе рассматривается устройство и принцип действия датчика реактивной мощности в системе автоматического регулирования генератора.*

Реактивная мощность связана с полной мощностью  $S$  и активной мощностью  $P$  соотношением:  $|Q| = \sqrt{S^2 - P^2}$ . Реактивная мощность в электрических сетях вызывает дополнительные активные потери (на покрытие которых расходуется энергия на электростанциях) и потери напряжения (ухудшающие условия регулирования напряжения).

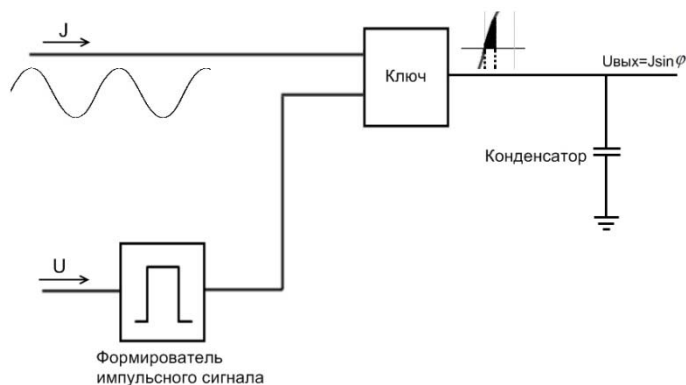


Рис. 1 Структурная схема датчика реактивной мощности

В некоторых электрических установках реактивная мощность может быть значительно больше активной. Это приводит к появлению больших реактивных токов и вызывает перегрузку источников тока. Для устранения перегрузок и повышения коэффициента мощности электрических установок осуществляется компенсация реактивной мощности.

Датчик реактивной мощности состоит из формирователя импульсного сигнала, цифрового ключа и конденсатора (рис. 1).

Рассмотрим работу датчика реактивной мощности. При подаче напряжения на формирователь импульсного сигнала вырабатывается сигнал прямоугольной формы длительностью 200 мкс в момент перехода синусоиды от минуса к плюсу. Этот сигнал подается на управляющий вход цифрового ключа, открывающий его на время 200 мкс. На управляемый вход поступает сигнал синусоидальной формы, амплитуда которого пропорциональна току сети и имеющий тот же фазовый сдвиг относительно напряжения сети. На время действия управляющего сигнала ключ открывается, и заряжается конденсатор. Количество зарядов, а, следовательно, и напряжение на конденсаторе пропорционально сигналу  $i_{\phi} \sin \phi$  за промежуток времени 200 мкс, то есть площадь ограниченной синусоидой тока за этот промежуток времени. Так как напряжение на сети постоянное, то данный сигнал будет пропорционален реактивной мощности генератора. Этот сигнал обрабатывается и усиливается. В итоге получая сигнал, пропорциональный модулю реактивной мощности сети. Он является задающим значением для регулятора статизма в режиме параллельной работы генераторов.

Необходимо отметить, что величина  $\sin \phi$  для значений  $\phi$  от 0 до плюс  $90^\circ$  является положительной величиной. Величина  $\sin \phi$  для значений  $\phi$  от 0 до  $-90^\circ$  является отрицательной величиной. В соответствии с формулой  $Q = UI \sin \phi$  реактивная мощность может быть как поло-

жительной величиной (если нагрузка имеет активно-индуктивный характер), так и отрицательной (если нагрузка имеет активно-ёмкостный характер).

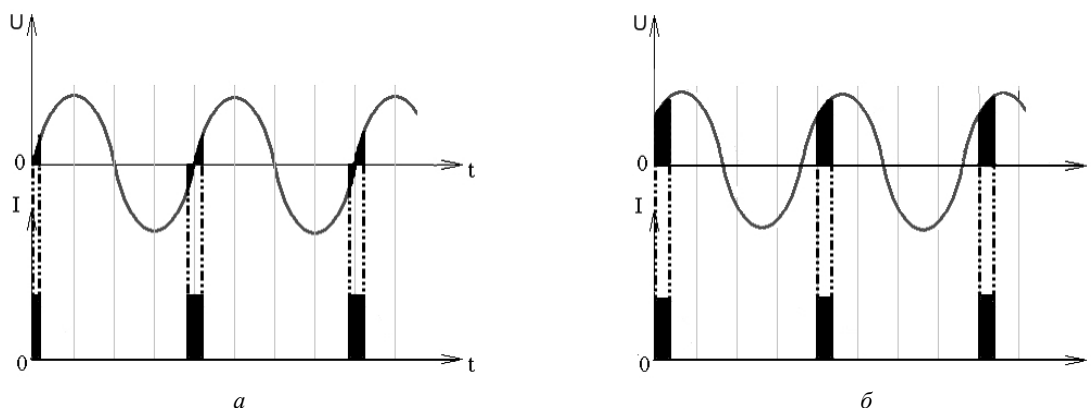


Рис.2. Временные диаграммы : а – при  $\sin \varphi = 0^\circ$ ; б – при  $\sin \varphi = 60^\circ$

Данный датчик может использоваться для измерения реактивной мощности и управления в системах автоматического регулирования генераторов.

УДК 658.264

## ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ВОЗМОЖНОСТИ НАРУЖНОГО КЛИМАТА ДЛЯ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ ЗДАНИЙ

*Р.С. Федюк, А.В. Мочалов  
(Дальневосточный федеральный университет, г. Владивосток)*

*В работе освещается методическая основа для исследования энергетической способности наружного климата. Рассматривается использование детерминированного подхода, основанного на реальном сочетании совокупности показателей наружного климата.*

Наружный климат, тепло земли, водные ресурсы, биомасса и т.д. являются источником энергии, поэтому следует предусмотреть возможность его использования при помощи тепловых насосов солнечных коллекторов, ветроэнергетических установок и т.п.

Методической основой для исследования энергетической способности наружного климата (тепла земли, водных ресурсов и т.д.) является статистическая обработка результатов метеорологических наблюдений. Про построении математической модели совокупности показателей наружного климата можно использовать, например, вероятностный или детерминированный подходы [1].

Детерминированный подход основан на использовании реального сочетания совокупности показателей наружного климата каждого географического пункта за многолетний период. Выбираются ежечасные и срочные показатели климата для данного географического пункта, собранные в архивах метеостанции за много лет. Использование такой модели позволяет построить гистограмму распределения частот выходного показателя (нагрузки на систему регулирования теплового режима, температуры помещения, температуры внутреннего воздуха и т.д.), для этого на оси ординат наносят расчетные интервалы времени (шаги по времени), а на оси абсцисс – возможные (ожидаемые) значения выходного показателя. Анализ распределения частот появления выходного показателя позволяет визуально или численно оценить его обеспеченность.

При вероятностном подходе к построению математической модели совокупности показателей наружного климата изменение этих показателей является случайным процессом, причем нестационарным и многомерным. Показатели климата проявляют взаимные корреляции, как положительные, так и отрицательные. По экспериментальным данным можно построить как одномерные функции распределения показателей наружного климата, так и двухмерные: температура - скорость ветра, температура – солнечная радиация, температура – относительная влажность, энтальпия наружного воздуха – солнечная радиация. Распределение повторяемостей двухмерного комплекса можно представить в виде поверхности, определяемой рядом статисти-

ческих характеристик. Так, поверхность, подчиняющаяся закону нормального распределения, полностью описывается пятью статистическими характеристиками: двумя средними, двумя среднеквадратичными отклонениями и коэффициентом корреляции.

Известно, что интенсивность солнечной радиации, скорость и направление ветра, температура наружного воздуха изменяются в весьма широких пределах в зависимости от географического положения, орографии, микрорельефа местности и времени года [2].

Воздействие наружного климата на ограждающие конструкции здания целесообразно характеризовать метеорологическим градиентом, который учитывает направление, величину и повторяемость показателей наружного климата. Статистическая обработка наружного климата как совокупности зависимых (или независимых) случайных величин показывает, что в каждой местности для отдельных характерных периодов времени имеет место свой метеорологический градиент, оказывающий направленное воздействие на формирование теплового баланса различно ориентированных помещений, так что в результате совокупного действия ветра, солнечной радиации и температуры различно ориентированные помещения имеют существенно отличающиеся теплотепери или теплотепуступления.

Анализ графиков изменения суточных сумм прямой солнечной радиации показывает, что эти значения существенно изменяются в годовом цикле, имея обратно пропорциональную зависимость, например, для восточной и южной ориентации [2]. Основываясь на закономерностях поступления солнечной радиации и имея в виду, что в условиях современной мировой энергетической ситуации учет наилучшим образом в тепловом балансе здания тепла солнечной радиации приводит к значительному снижению эксплуатационных затрат, ведущие архитекторы мира разработали строгие правила проектирования зданий [3]. Во-первых, они указывают, что в условиях современного индустриального строительства высотных зданий с большими площадями остекления и легкими ограждающими конструкциями недопустимо подражать старым мастерам. Во-вторых, каждый архитектор обязан знать, что каждому фасаду здания присуща своя структура, зависящая от относительного расположения солнца, тщательно рассчитанной тепловой солнечной нагрузки на здание и требований к оптимальной естественной освещенности интерьера. Однако правила, которые разработали архитекторы, не опираются на математические расчеты, содержащие закономерности учета направленного действия солнечной радиации на тепловой баланс здания [4].

Анализ закономерностей поступления тепла солнечной радиации на поверхности здания открывает большие возможности для уменьшения затрат энергии на отопление помещений в холодный период года. Наряду с солнечной радиацией и температурой наружного воздуха, скорость и направление ветра относятся к числу важнейших, а часто и решающих факторов, оказывающих влияние на тепловой баланс здания [5, 6].

Анализ температурно-ветровых особенностей Приморского края показывает, что с одной стороны имеют место существенные колебания температуры, скорости и направления ветра в холодный и теплый периоды года, с другой стороны, имеет место ярко выраженное преобладающее направление наиболее неблагоприятных температурно-ветровых воздействий. В Приморье в отличие от большинства районов России низкие температуры наружного воздуха устойчиво совпадают с господствующими ветрами определенного направления.

Задачу наилучшего учета положительного и нейтрализации отрицательного воздействия климата на здание необходимо рассматривать в двух аспектах. Во-первых в части разработки методики обработки климатической информации для целей строительного проектирования. Во-вторых, в части выбора ориентации и габаритов здания, которые наилучшим образом учитывают положительное и уменьшает отрицательное воздействие наружного климата на его ограждения.

### Литература

1. *Брайнина Е.Ю.* Пути снижения теплотепери крупнопанельных зданий. Научно-техническое общество строительной индустрии, материалы совещания. Тепловой режим жилых и общественных зданий из крупноразмерных элементов. Вып. III. – М., 1964.
2. *Кондратьев К.Я., Пивоварова З.И., Федорова М.П.* Радиационный режим наклонных поверхностей. – Л.: Гидрометеиздат, 1978. – 170 с.
3. *Мировая энергетика: прогноз развития до 2020 года.* – М.: Энергия, 1980.
4. *Табунщиков Ю.А., Акопов Б.Л.* Оценка энергетической эффективности наружного климата для зданий с нетрадиционными источниками теплоснабжения. Строительная климатология'87. 2-й международный симпозиум, 12–15 мая 1987. – М., 1987.
5. *Табунщиков Ю.А., Бродач М.М.* Математическое моделирование и оптимизация тепловой эффективности зданий. – М.: АВОК-ПРЕСС, 2002.

УДК 664.951

## ОПЫТ СОВРЕМЕННОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АЛЬГИНАТОВ В МЕДИЦИНЕ, КОСМЕТИКЕ И ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

*Е.Д. Беляева (КамчатГТУ)*

*В статье приведен анализ данных литературных источников о направлениях использования солей альгиновой кислоты, полученных из бурых водорослей, в медицине, косметических средствах и в пищевой промышленности.*

В мире производится почти 300 наименований продуктов на основе альгинатов. В пищевых продуктах их можно найти под индексами E400, E401, E402, E403, E404 и E405 [6]. Альгиновая кислота – это вязкий полисахарид с высокой желирующей способностью. Получают ее из бурых, в основном ламинариевых водорослей, которые содержат ее в большом количестве – от 15 до 30% их массы. Сама кислота и ее соли (альгинат натрия, альгинат калия, альгинат аммония, альгинат кальция, альгинат пропан-1,2-диол) обладают целым рядом уникальных свойств, что позволяет использовать их в самых разных, порой неожиданных направлениях [4].

Многие из солей альгиновой кислоты используются все активнее не только в пищевой промышленности, но и в косметике и медицине. Сведения об этом можно найти в разрозненных научных, научно-популярных источниках, аннотациях и рекламных проспектах о продукции, содержащей альгинаты. Ниже приведены результаты изучения и обобщения этой информации.

**Использование альгинатов в медицине.** Современная медицина применяет альгинаты в трех основных направлениях:

- в качестве вспомогательных химико-фармацевтических веществ, для производства различных лекарственных форм медицинских препаратов;
- в качестве медицинских изделий в виде марли, ваты, салфеток, губок и других вспомогательных средств, для местного гемостаза при наружных и внутрисполостных кровотечениях;
- как лекарственные средства и биологически активные добавки широкого спектра действия.

Использование альгинатов в медицине обусловлено отсутствием побочных эффектов при их применении. Одно из главных медицинских свойств альгиновой кислоты и ее солей – способность останавливать кровотечения, что особенно важно при лечении язвенных поражений желудочно-кишечного тракта. Соли альгиновой кислоты при приеме внутрь обладают антацидными свойствами (снижают агрессию повышенной кислотности желудочного сока), стимулируют заживление язвенных поражений слизистой желудка и кишечника. Попадая в желудочно-кишечный тракт, альгинаты взаимодействуют с соляной кислотой желудочного сока и образуют гель, который покрывает слизистую, предохраняя ее от дальнейшего воздействия соляной кислоты и пепсина, останавливая кровотечение [9]. Положительное влияние на желудочно-кишечный тракт и процессы пищеварения связано также с их способностью к выраженному сорбирующему действию. Альгинаты способны связывать и удалять из организма продукты распада углеводов, жиров и белков, соли тяжелых металлов и радионуклиды. Это также позволило использовать альгинаты в комплексном лечении дисбактериоза, для нейтрализации побочных продуктов, мешающих развитию нормальной естественной флоры кишечника. Дисбактериоз развивается в той или иной степени у большинства больных с патологией органов пищеварения после перенесенных острых кишечных инфекций, при длительном приеме лекарств (антибиотиков), неполноценном питании, стрессах [1]. Исследованиями было установлено, что альгинаты удерживают собственную микрофлору кишечника, подавляя деятельность патогенных бактерий, таких, как стафилококк, грибы рода *Candida* и другие. Они проявляют свое антимикробное действие даже в незначительных концентрациях, а также усиливают ослабленную перистальтику кишечника и протоков желчного пузыря, что позволяет применять их при ослаблении двигательной активности кишечника (метеоризме и вздутии живота), а также при дискинезии желчевыводящих путей. Альгинаты не изменяют водно-солевой баланс, не поглощают в кишечнике



сероводород, необходимый для перистальтики, не претерпевают метаболических превращений в организме, не токсичны и выводятся из организма в течение 24–48 ч. Их прием способствует ослаблению интоксикации, снижает содержание токсичных продуктов пищеварения (креатинин, мочевины, альдегиды, спирты) и уменьшает пищевые и инфекционные аллергические реакции [3].

Альгинаты широко используются для поддержания и восстановления нарушенной иммунной системы, поскольку обладают уникальными иммуностимулирующими способностями. Содержащие их препараты способствуют фагоцитозу, что обеспечивает их антимикробную, противогрибковую и противовирусную активность. Альгинаты способны сорбировать избыточное количество иммуноглобулинов особого класса (Е), участвующих в развитии острых аллергических реакций и заболеваний. Гипоаллергенный эффект особенно ярко выражен у альгината кальция, который благодаря наличию ионов кальция предотвращает выброс биологически активных веществ (гистамина, серотонина, брадикинина и др.), вследствие чего аллергическое воспаление не развивается. Они стимулируют синтез антител местной специфической защиты – иммуноглобулинов класса А. Это в свою очередь делает кожу и слизистые оболочки дыхательных путей и желудочно-кишечного тракта более устойчивыми к патогенному действию микробов [14].

Альгинатные покрытия оказались эффективными в стоматологической практике при лечении пародонтоза и других заболеваний полости рта. Они широко используются хирургами для лечения ран, ожогов, трофических язв, пролежней. На их основе изготавливают саморассасывающиеся ранозаживляющие повязки. Опыт клинического применения таких повязок на ранах и ожогах показал, что они обладают хорошими дренирующими свойствами, ускоряют очищение ран, снижают их инфицированность, заметно снижают отек окружающих тканей, обладают выраженным кровоостанавливающим действием, способствуют благоприятному течению раневого процесса. Альгинаты широко используются при изготовлении таблеток, капсул, мазей, гелей. Способность к быстрому набуханию при контакте с водой позволяет использовать их в качестве разрыхлителей при создании таблетированных средств [10]. Исследования, проведенные в Санкт-Петербургском научно-исследовательском институте вакцин и сывороток, показали, что применение альгинатов повышает эффективность противовирусных вакцин и позволяет снизить дозу антибактериальных препаратов при их совместном использовании. Там же было изучено лечебное действие их солей при иммунодефицитах, вызванных ожогом и стрессом. Доказано, что применение их способствовало снижению токсемии, усиливало регенерацию ожоговой раны, стимулировало активность В-лимфоцитов и макрофагов [8].

Альгинаты с успехом применяются в комплексной терапии при заболеваниях сердечно-сосудистой системы. Их лечебный эффект обусловлен антикоагулянтным, антиоксидантным и гипотензивным действием. Препараты с их содержанием снижают уровень холестерина, обладают спазмолитическим действием. Получены положительные результаты лечения у больных с ишемической болезнью, миокардиодистрофией, у больных с нарушением ритма. Их прием способствовал снижению дозы базисных препаратов при лечении данных патологий, а также обеспечивал выведение из организма аутоантител и циркулирующих иммунных комплексов, играющих одну из основных патогенетических ролей в развитии болезней сердца и сосудов [12]. Химическая структура и ионообменные свойства альгиновой кислоты определяют ее сорбционное и гемостатическое действие, а также способность активно влиять на рецепторную активность клеток и внеклеточных структур. Наилучшим образом это проявляется в отношении радионуклидов и солей тяжелых металлов, что подтверждено многочисленными исследованиями российских и зарубежных ученых. В эксперименте сорбция радионуклидов стронция и цезия составляла до 90%, что позволило уже сейчас широко использовать препараты на ее основе. Были разработаны два лекарственных препарата: альгигель и канальгат, обладающие свойствами энтеросорбентов по отношению к радионуклидам (стронцию и цезию) и тяжелым металлам, а также гастропротективным действиям при заболеваниях желудочно-кишечного тракта [7]. Выявленные противорадиационные свойства альгинатов при внешнем облучении и существенная антидотная способность позволяют отнести их к одним из самых эффективных противорадиационных средств. Эти препараты прекрасно зарекомендовали себя при лечении лиц, принимавших участие в ликвидации аварии на Чернобыльской АЭС. Клиническое применение подтвердило полную их нетоксичность и отсутствие побочных эффектов, что позволило широко использовать в педиатрической практике при лечении целого ряда заболеваний. Они должны занять достойное место в профилактике и лечении различных заболеваний благодаря уникальному биохимическому составу и высокой фармакологической эффективности [11].

**Использование альгинатов в косметологии.** В процессе доклинического изучения альгинат натрия показал себя как практически безвредное средство, что позволило Фармакологическому комитету Минздрава СССР в 1987 г. разрешить его применение в медицинской и косметологической практике в качестве вспомогательного вещества при производстве готовых лекарственных препаратов [15]. В настоящее время широко используются альгинатные маски для лица и тела. При их изготовлении используются, соответственно, альгинаты и диатомовые водоросли (диатомовая земля) – это основа маски, которая по физическим свойствам подобна агару или желатину, то есть застывает в плотную эластичную массу. Уже сама по себе, даже без добавок, такая маска обладает лифтинговым (подтягивающим), моделирующим эффектом, оказывает дренажное действие, улучшая отток крови и лимфы, способствует рассасыванию застойных пятен. Эти маски находят активное применение после сеансов мезотерапии, чисток лица, в антицеллюлитных программах, для профилактики варикозного расширения вен.

Свойства альгинатных масок:

- многократно усиливают действие косметических препаратов, нанесенных под маску;
- значительно улучшают проникновение активных ингредиентов;
- укрепляют и подтягивают кожу;
- разглаживают мимические морщины;
- закрывают поры;
- увеличивают поступление кислорода в кожу, улучшают кровообращение;
- нормализуют микроциркуляцию;
- стимулируют обновление клеток и улучшают межклеточный обмен;
- наполняют клетки кожи энергией;
- повышают местный иммунитет;
- оказывают антирадикальное, ангиопротективное действие;
- сорбируют (связывают) и выводят из организма тяжелые металлы и радиоизотопы [13].

**Использование альгинатов в пищевой промышленности.** Многочисленные токсикологические исследования, проведенные в мире в 40–70-х годах прошлого века, подтвердили безвредность альгината натрия и возможность его использования в качестве пищевых добавок. При этом были установлены допустимые для человека дозы: до 50 мг/кг веса в сутки. В 1965 г. эти дозы были рассмотрены объединенным Комитетом экспертов ФАО/ВОЗ и приняли рекомендательную силу. Альгинаты применяются в качестве загустителя и/или гелеобразователя в десертах, плавленых сырах, домашнем сыре, творожных изделиях, соусах, консервированных овощах и грибах, в мясных консервах, мороженом, как влагоудерживающий агент в хлебе и кондитерских изделиях [1]. Обычно используемые количества, г/кг: десерты, кремы, наполнители 5–10, соусы, майонезы, мороженое 2–7, консервированные овощи и грибы 5–10, плавленые сыры до 8, домашний сыр 5, творожные изделия 5–7, кондитерские изделия, снеки 5–30. Также их добавляют в хлеб и хлебобулочные изделия в количестве 1–5%, препараты для похудения – до 10%. Используют альгинаты для оклейки вина вместо желатина, для очистки соков в производстве сахара-сырца (до 20 мг/л) [6].

Основным свойством альгинатов является способность образовывать особо прочные коллоидные растворы, отличающиеся кислотоустойчивостью. Эти растворы безвкусны, почти без цвета и запаха. Они не коагулируют при нагревании и сохраняют свои свойства при охлаждении, при замораживании и последующей дефростации. Поэтому наиболее широко они применяются в пищевой промышленности в качестве студнеобразующих, желеобразующих, эмульгирующих, стабилизирующих и влагоудерживающих компонентов [2]. Добавление 0,1–0,2% альгината натрия в соусы, майонезы, кремы улучшает их взбиваемость, однородность, устойчивость при хранении и предохраняет эти продукты от расслаивания. Введение его в варенье и джемы предохраняет их от засахаривания. Они вводятся в состав мармеладов, желе, разнообразных заливных блюд. Их добавление в состав различных напитков предупреждает выпадение осадка. Альгинат натрия может использоваться также в качестве замутнителя при производстве безалкогольных напитков. В сухом порошкообразном состоянии он используется для ускорения растворения брикетированных пищевых продуктов (растворимые кофе и чай, порошкообразное молоко, кисели и т. д.). Альгинаты применяются для приготовления формованных продуктов – аналогов рыбного филе, фруктов и т. д., широко используются для приготовления гранулированных капсул, содержащих текучие пищевые продукты. Водные растворы солей альгиновой кислоты используют для замораживания филе мяса, рыбы и морских беспозвоночных животных. За последние десятилетия особенно быстро росло его потребление для приготовления сливочного мороженого, которому он придает нежную консистенцию и значительно увеличивает стабильность при хранении [5].

Обзор только приведенных выше направлений использования альгинатов говорит о том, насколько востребована продукция из водорослей. Нет сомнения, что в них нуждается и население Камчатки. Для производства этих продуктов Камчатка располагает огромными ресурсами ламинариевых водорослей. Однако в настоящее время они практически не используются. Поэтому разработка технологий получения и использования альгинатов и альгинатсодержащих продуктов – это актуальная задача, решить которую необходимо в ближайшее десятилетие.

### Литература

1. Булдаков А.В. Пищевые добавки. Справочник. – СПб.: Фолио, 2002. – 293 с.
2. Возжинская В.Б., Каменев А.Н. Эколого-биологические основы культивирования и использование морских донных водорослей. – М.: Наука, 1994 – 153 с.
3. Зубов Л.А. Морская аптека. – Архангельск: Академия, 1998. – 26 с.
4. Кизеветтер И.В., Суховеева М.В., Шмелькова Л.П. Химический состав и народнохозяйственное значение промысловых макрофитов морей. - В сб.: Использование биологических ресурсов Мирового океана. – М.: Наука, 1980 – С. 131–150.
5. Пищевые добавки водорослевого происхождения для профилактики и лечения иммунодефицитных состояний / Л.К. Добродеева, В.П. Белозеров, Н.И. Кондакова, Н.В. Цимбаленко, Л.П. Жилина, К.Г. Добродеев. – Архангельск: Академия, 1996. – 163 с.
6. Технология рыбной промышленности – М.: Колос, 2005. – 464 с.
7. Ясницкий Б.Г., Безуглая Л.П., Дольберг Е.Б. Альгиновая кислота в фармации и медицине. // Фармация, 1979. – Т. 28. №6. – С. 58–61.
8. <http://www.nordspb.ru/alginat>
9. <http://www.baltcompany.spb.ru>
10. <http://www.riakon.ru/>
11. <http://mshealthy.com.ua>
12. <http://www.alganika.ru/>
13. <http://forum.academy-miracles.ru/>
14. <http://morekosmetik.narod.ru/>
15. <http://www.wellness-eshop.ru/>

УДК 664.951.001.5

### БУФЕРНОСТЬ МЯСА КАК ПОКАЗАТЕЛЬ СТЕПЕНИ СОЗРЕВАНИЯ МАЛОСОЛЕННЫХ ГОЛЬЦОВ

*М.В. Благодирова, Э.А. Андреева, О.В. Вавилова,  
А.Е. Сафонов, А.А. Шаповалова (КамчатГТУ)*

*В статье обсуждаются вопросы, связанные с исследованием буферности мяса гольцов как показателя степени созревания малосоленой продукции. На основании проведенных экспериментов показана связь значения буферности и органолептических характеристик соленой рыбы в процессе созревания.*

Большое промышленное значение для рыбной отрасли Камчатки имеют лососевые. На Камчатке воспроизводится не менее пятой части мировых запасов природного лосося и наблюдается видовое разнообразие, одно из самых больших в мире [1].

Важным промышленным видом являются гольцы. Гольцы – наиболее характерные обитатели пресных вод Камчатки, поскольку они широко распространены в пределах полуострова, встречаются в большинстве его рек и озер, играют важную роль в пресноводных экосистемах и довольно разнообразны. В водоемах Камчатского полуострова обитает не менее 8 видов гольцов – кунджа, мальма или тихоокеанский голец, голец Леванидова, белый, длинноголовый, носатый, ушковский гольцы, и, наконец, дальнеозерский или голец Крогиус.

Мясо гольцов розового цвета, очень нежное и сочное. Гонец является прекрасным сырьем для приготовления слабосоленой продукции. В то же время мясо кунджи и мальмы, в отличие от мяса других видов тихоокеанских лососей, имеет более бледную окраску и обладает более

скромными вкусовыми качествами. По качеству мяса голец несколько уступает большинству других лососей. Так, в тканях внутренних органов кунджи и мальмы накапливается заметно меньше витамина А, чем у тихоокеанских лососей рода *Oncorhynchus*.

Надо отметить, что на настоящий момент голец считается малоценным видом и используется недостаточно эффективно. В то же время годовой вылов этих рыб может достигать 0,5-1,5 тыс. тонн [2].

Такое достаточно широкое распространение гольцов в водах Камчатки требует разработки новых технологий их переработки, в частности новых технологий производства малосоленых гольцов, что позволило бы более эффективно использовать запасы этих рыб.

Посол является основным способом обработки лососевых видов рыб. Посол рыбы складывается из двух самостоятельно протекающих процессов: 1) просаливания с целью консервирования поваренной солью, основанного на законах диффузии и осмоса; 2) созревания соленого продукта.

Созревание рыбы является более длительным процессом, чем консервирование. Оно основано на сложных биохимических явлениях [7]. В процессе созревания многие виды рыб под влиянием биохимических процессов через некоторое время после посола утрачивают цвет, вкус и запах сырой рыбы и становятся пригодными к употреблению в пищу без дополнительной кулинарной обработки. Консистенция мяса созревшего продукта становится размягченной, нежной и сочной, рыба приобретает характерный для данного вида аромат. Ткани рыбы размягчаются, связь между мясом и костями ослабевает. Жиродержащие клетки частично разрушаются, и жир пропитывает все мясо. Эти изменения ярко проявляются у лососевых видов рыб, которые после созревания употребляются в пищу без дополнительной кулинарной обработки.

Согласно Леванидову, 1967 [6] созревание характеризуется следующими основными органолептическими признаками (табл. 1).

Переход мяса из одной стадии созревания в другую протекает постепенно. Например, в начале созревания «букет» проявляется еще слабо, мясо достаточно плотное и заметны только первые признаки пропитывания его жиром. С другой стороны, приближение к перезреванию сопровождается ослаблением «букета», появлением слабо выраженного постороннего запаха (у слабосоленой рыбы – слабо выраженного затхлого).

Лососевые – рыбы, обладающие не очень высокой активностью протеолитических ферментов мышечной ткани (активность в условных единицах менее 15%) и средней способность к созреванию [8]. По значениям буферности мяса рыб можно судить о степени его созревания.

Целью данной работы являлось изучение изменения буферности мяса гольцов в процессе созревания.

Таблица 1

**Основные органолептические показатели мяса соленых рыб в зависимости от степени созревания**

Степень созревания	Органолептические признаки
Несозревшее	Мясо не утратило запаха сырости, у позвоночника в мясе слабосоленой и среднесоленой рыбы может быть несвернувшаяся кровь, в жабрах сукровица. Консистенция мяса плотная
Созревшее	Запах сырости исчез, появился «букет» созревшего мяса. Консистенция мягкая (размягченная), сочная. Поперечный разрез мяса блестящий, маслянистый
Перезревшее	«Букет» созревшего мяса исчезает или проявляется слабо. Консистенция мяса дряблая, мажущаяся. Поперечный разрез мяса слабоблестящий или тусклый

Для этого мороженых гольцов, соответствующих по качеству ГОСТ 1168-86 на рыбу мороженую [3] разделявали на кусок и солили смешанным посолом до содержания соли в мясе рыбы 3-5%, что соответствует малосоленой рыбе согласно ГОСТ 16080-2002 [4]. Малосоленых гольцов хранили при температуре минус 4 – минус 6°С.

В процессе созревания определяли буферность мяса рыбы по ГОСТ 19182-89 [5]. Метод определения буферности основан на измерении буферной емкости (буферности) продуктов расщепления белка, растворимых в воде и слабых солевых растворах, по количеству раствора гидроокиси натрия или калия, необходимого для изменения рН водной вытяжки из рыбы от 8,2 до 9,8 в присутствии индикаторов фенолфталеина и тимолфталеина. Из подготовленной пробы отбирали навеску массой 10 г в выпарительную чашку, приливали 5-10 см<sup>3</sup> дистиллированной воды, тщательно растирали стеклянной палочкой с резиновым наконечником и количественно переносили в мерные колбы вместимостью 100 см<sup>3</sup>, сливая через воронку дистиллированной водой температурой от 40 до 70°С. Колбу доливали той же водой до  $\frac{2}{3}$  объема,

хорошо перемешивали и выдерживали в кипящей водяной бане 5 минут. Колбу охлаждали до комнатной температуры, содержимое колбы доводили до метки дистиллированной водой комнатной температуры, хорошо перемешивали и фильтровали через сухой складчатый фильтр в сухую коническую колбу вместимостью 250 см<sup>3</sup>.

В четыре конические колбы вместимостью по 50 см<sup>3</sup> каждая отбирали по 10 см<sup>3</sup> фильтрата. В две колбы добавляли по 3 капли спиртового раствора фенолфталеина массовой концентрации 10 г/дм<sup>3</sup> и титровали 0,1 моль/дм<sup>3</sup> (0,1 н) раствором гидроокиси натрия или калия до слабо-розовой окраски. В две другие колбы добавляли по 10 капель спиртового раствора тимолфталеина массовой концентрации 10 г/дм<sup>3</sup> и титровали тем же раствором гидроокиси до ярко-голубой окраски.

За результат испытания принимали среднее арифметическое результатов двух параллельных определений, допускаемое расхождение между которыми не превышало 10°.

Степень созревания рыбы определяли органолептическим методом. Результаты исследований приведены в табл. 2, 3.

Таблица 2

**Изменение буферности мяса малосоленых гольцов в процессе хранения**

Продолжительность хранения, сут.	0	7	14	28
Буферность, °	37	45	57	57

Как видно из результатов исследований, буферность мяса несозревших гольцов колеблется от 37 до 45°. Через неделю хранения гольца при температуре минус 4 – минус 6°С в мясе еще присутствует запах сырости, консистенция мяса плотная, буферность мяса при этом составляет 45°.

Через две недели хранения в мясе соленых гольцов возникают признаки созревания. Запах сырости исчезает, появляется «букет» созревшего мяса. Консистенция становится мягкой. Поперечный срез мяса слабо-блестящий. Буферность мяса малосоленых гольцов через две недели хранения достигает значения 57° и сохраняется на этом же уровне еще через две недели хранения.

Таблица 3

**Органолептическая оценка степени созревания малосоленых гольцов в процессе хранения**

Продолжительность хранения, сут.	0	7	14	28
Органолептические показатели	Запах сырости. Консистенция мяса плотная	Присутствует запах сырости. Консистенция мяса плотная	Запах сырости исчез, появился «букет» созревшего мяса. Консистенция мягкая. Поперечный разрез мяса слабо-блестящий	Запах сырости исчез, появился «букет» созревшего мяса. Консистенция мягкая, сочная. Поперечный разрез мяса блестящий, маслянистый

Таким образом, на основании проведенных исследований установлено, что началу созревания мяса малосоленых гольцов соответствует значение буферности 57°.

### Литература

1. Богданов В.Д., Карпенко В.И., Норинев Е.Г. Водные биологические ресурсы Камчатки: Биология, способы добычи, переработка. – Петропавловск-Камчатский: Холдинговая компания «Новая книга», 2005. – 264 с.
2. Бугаев В.Ф. Многовидовой промысел лососей бассейна р. Камчатка // Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей: Матер. V науч. конф. (Петропавловск-Камчатский, 22–24 ноября 2004 г.). – Петропавловск-Камчатский: Камчатпресс, 2004. – С. 168–172.
3. ГОСТ 1168-86. Рыба мороженая. Технические условия. Введ. 27.11.86 постоянно. – М.: Изд-во стандартов. – 13 с.
4. ГОСТ 16080-2002. Лососи дальневосточные соленые. Технические условия. Взамен ГОСТ 16080-70: Введ. 01.01.2004. – М.: Изд-во стандартов. – 11 с.
5. ГОСТ 19182-89. Пресервы рыбные. Методы определения буферности. Введ. 01.01.90. – М.: Изд-во стандартов. – 1989. – 5 с.
6. Леванидов И.П. Посол рыбы (элементы теории и практики). – Владивосток: Боевая вахта, 1967. – 188 с.

7. Леванидов И.П., Ионас Г.П., Слущкая Т.Н. Технология соленых, копченых и вяленых рыбных продуктов – М.: Агропромиздат, 1987. – 160 с.

8. Технология продуктов из гидробионтов / С.А. Артюхова, В.Д. Богданов, В.М. Дацун, Э.Н. Ким, О.Я. Мезенова, С.А. Мижуева, А.Б. Одинцов, Т.М. Сафронова, Б.Н. Семенов, Т.Н. Слущкая, В.П. Терещенко, В.И. Шендерюк / Под ред. Сафроновой Т.М. и Шендерюка В.И. – М.: Колос, 2001. – 496 с.

УДК 664.951.001.5

## ОРГАНОЛЕПТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ГОРБУШИ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОГО ПОСОЛА

*М.В. Благодирова, А.В. Шелева (КамчатГТУ)*

*В статье обсуждаются вопросы, связанные с разработкой технологии низкотемпературного посола горбуши. Предложены способы облагораживания вкуса готовой продукции. Оценены органолептические показатели соленой горбуши, приготовленной с добавлением сахара и коптильной жидкости.*

Технология низкотемпературного посола позволяет перерабатывать основной объем первичного сырья, получать высококачественную продукцию, достигая при этом необходимой паразитарной безопасности малосоленой рыбы [1].

В то же время при разработке технологии низкотемпературного посола основные исследования проводились с неркой. Горбуша, традиционно считающаяся не самым ценным видом, но обеспечивающая основу вылова лососевых рыб камчатскими рыбаками (свыше 70% от общего вылова), также может быть использована в качестве объекта для низкотемпературного посола. Так как низкотемпературный посол способствует получению малосоленой продукции с более высокими органолептическими показателями по сравнению с рыбой, посоленной традиционным способом, вероятно, низкотемпературный посол будет способствовать улучшению скромных, по сравнению с другими лососевыми рыбами, вкусовых качеств малосоленой горбуши.

Известно, что для придания продуктам из рыбы запаха и вкуса копчености применяют коптильные препараты. Некоторые коптильные препараты тормозят развитие прогорклости мяса и улучшают вкусовые свойства изделий. Коптильная жидкость является антиокислителем и применяется при посоле рыбы для предохранения ее от окисления [3]. Использование коптильных препаратов имеет ряд преимуществ по сравнению с копчением дымом: устраняется попадание в изделия канцерогенных углеводородов, облегчается технология производства колбас, появляется возможность точно дозировать препарат.

При производстве малосоленой рыбы в посольную смесь включают сахар с целью улучшить вкус за счет смягчения ощущения солености и уменьшения жесткости мяса рыбы, вызванной добавлением в нее поваренной соли. Сахар под воздействием ферментов и микроорганизмов превращается в кислоту, которая смещает рН среды в кислую сторону, что способствует росту протеолитической активности в кислой и слабокислой зонах рН и приводит к изменению микроструктуры мышечной ткани за счет укрепления микрофибрил. Необходимо отметить, что в образовании вкуса и аромата соленой продукции определенную роль играют бактерии, особенно молочнокислые. Субстратом для их развития служит добавляемый сахар. Молочнокислые бактерии образуют органические кислоты, способствующие улучшению вкуса продукта и возникновению в нем специфического аромата [2].

В данной работе изучалась возможность посола горбуши низкотемпературным способом, а также возможность совершенствования технологии посола. С этой целью исследовалась возможность посола горбуши по новой технологии с внесением в солевой раствор, используемый для инъецирования, сахара и коптильной жидкости.

Горбушу, разделанную на кусок, инъецировали насыщенным солевым раствором в количестве 15% от массы рыбы. В солевой раствор предварительно вносили сахар в количестве 3% от массы рыбы. Другой образец рыбы, разделанный на кусок, также инъецировали насыщенным солевым раствором в количестве 15% от массы рыбы. Предварительно в солевой раствор, вводимый в этот образец, вносили коптильную жидкость в количестве 5% от массы рыбы.

Посоленную рыбу замораживали до температуры минус 18°C и хранили затем при этой температуре. Через месяц была проведена органолептическая оценка качества мороженой и посоленной, но не созревшей рыбы. Результаты исследований представлены в табл. 1.

Цвет на срезе мяса горбуши, посоленной соевым раствором с добавлением сахара, нежно-розовый, без признаков окисления, срез блестящий. Кожный покров блестящий.

Цвет на срезе мяса горбуши, посоленной соевым раствором с добавлением коптильной жидкости, темный, без признаков окисления, срез блестящий. Кожный покров горбуши блестящий. Присутствует запах коптильного дыма, запаха затхлости нет.

Таблица 1

#### Органолептическая оценка качества горбуши низкотемпературного посола

Используемый солевой раствор	Органолептические показатели	
	Цвет на срезе	Внешний вид
Насыщенный раствор с внесением сахара в количестве 3%	4	4
Насыщенный раствор с внесением коптильной жидкости в количестве 5%	4	4

В дальнейшем проводилось размораживание соленой рыбы, совмещенное с созреванием при температуре 0 – минус 2°C. Через три дня размораживания проводилась органолептическая оценка исследуемых образцов. Результаты исследований приведены на рис. 1 и в табл. 2.

Таблица 2

#### Органолептическая оценка качества горбуши низкотемпературного посола после созревания

Используемый солевой раствор	Органолептические показатели			
	Цвет	Внешний вид	Вкус	Запах
Насыщенный раствор с внесением сахара в количестве 3%	5	5	4	5
Насыщенный раствор с внесением коптильной жидкости в количестве 5%	4	4	5	5

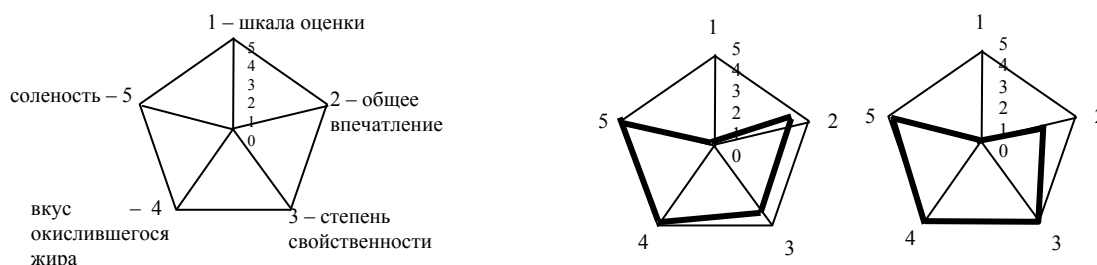


Рис. 1. Профилограммы вкуса горбуши низкотемпературного посола после размораживания и созревания: а) с внесением сахара в солевой раствор; б) с внесением коптильной жидкости в солевой раствор

Оценку органолептических показателей созревшей рыбы проводил методом профилограмм и с помощью балльных шкал. Как видно из результатов исследований, несколько более высокую оценку получила горбуша, посоленная инъектированием солевого раствора с добавлением сахара. В то же время образец, посоленный с добавлением коптильной жидкости, также имеет хорошие органолептические показатели.

При органолептической оценке установлено, что срез мяса обоих образцов сочный, блестящий. Образец с добавлением коптильной жидкости признаков окисления не имеет, мясо на срезе темное. Такой оттенок мясу придает коптильная жидкость.

Образец, посоленный с добавлением сахара, имеет приятный запах, свойственный соленой рыбе, без порочащих признаков. Вкус горбуши приятный малосоленный, с небольшим привкусом сахара.

Таким образом, установлено, что добавление коптильной жидкости или сахара позволяет улучшить вкус рыбы, посоленной низкотемпературным способом. Объектом дальнейших исследований является уточнение дозировки сахара и коптильной жидкости, вносимых при посоле.

## Литература

1. Богданов В.Д., Благодранова М.В., Салтанова Н.С. Современные технологии производства соленой продукции из сельди тихоокеанской и лососевых. – Петропавловск-Камчатский: Холдинговая компания "Новая книга", 2007. – 235 с.
2. Шендерюк В.И. Производство слабосоленой рыбы. – М.: Пищевая промышленность, 1976. – 175 с.
3. Технология продуктов из гидробионтов / С.А. Артюхова, В.Д. Богданов, В.М. Дацун, Э.Н. Ким, О.Я. Мезенова, С.А. Мижуева, А.Б. Одинцов, Т.М. Сафронова, Б.Н. Семенов, Т.Н. Слуцкая, В.П. Терещенко, В.И. Шендерюк / Под ред. Сафроновой Т.М., Шендерюка В.И. – М.: Колос, 2001. – 496 с.

УДК 664.951

### ИЗУЧЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА И БЕЗОПАСНОСТИ БЕЛКОВОГО КОРМОВОГО ПРОДУКТА ИЗ ОТХОДОВ ПЕРЕРАБОТКИ ЛОСОСЕВЫХ ВИДОВ РЫБ

*Н.П. Боева, А.Г. Мосейчук (ФГУП «ВНИРО»)*

*Представлены результаты исследований показателей качества и безопасности белкового кормового продукта из отходов переработки лососевых видов рыб, полученного ферментативным способом.*

Концепция развития рыбного хозяйства Российской Федерации на период до 2020 года предусматривает повышение эффективности переработки водных биологических ресурсов за счет внедрения технологий глубокой переработки сырья. Таким образом, одним из приоритетных направлений научно-технического развития рыбной отрасли является разработка комплексных ресурсо- и энергосберегающих технологий переработки гидробионтов промыслового значения с утилизацией отходов от их разделки, максимальное использование нетрадиционных объектов в области кормопроизводства [1].

Использование различных отходов для производства пищевой, кормовой, технической и медицинской продукции не только оказывает положительное влияние на увеличение объема выпуска различной продукции, но и способствует комплексному использованию сырья, дает значительную экономию трудовых и прочих резервов [1, 2].

Согласно статистическим сведениям по рыбной промышленности в настоящее время в России добывается свыше 350 тыс. тонн рыб семейства лососевых (кета, горбуша, чавыча, кижуч, нерка и т. д.).

Изучение массового состава отходов переработки некоторых тихоокеанских лососей на пищевую продукцию выявило следующие результаты (табл. 1).

Таблица 1

**Показатели массового состава отходов переработки тихоокеанских лососевых рыб**

Наименование, характеристика мороженого сырья – способ разделки	Наименование показателей массового состава	Показатель в % к массе размороженной промывтой рыбы, поступившей на разделку
1	2	3
ГОРБУША потрошенная с головой – потрошенная обезглавленная	Отходы при разделке (голова)	18,7
	Потери при разделке, зачистке, мойке	1,0
	Всего отходов и потерь	19,7
	Выход разделанной рыбы	80,3
ГОРБУША потрошенная с головой – филе с кожей	Отходы при разделке (голова, плавники, пленки, позвоночная кость с хвостовым плавником, срезки мяса)	35,1
	Потери при разделке, зачистке, мойке	1,2
	Всего отходов и потерь	36,3
	Выход разделанной рыбы	63,7



1	2	3
КЕТА потрошенная с головой – потрошенная обезглавленная	Отходы при разделке (голова)	19,6
	Потери при разделке, зачистке, мойке	0,5
	Всего отходов и потерь	20,1
	Выход разделанной рыбы	79,9
КЕТА потрошенная с головой – филе с кожей	Отходы при разделке (голова, плавники, пленки, позвоночная кость с хвостовым плавником, срезки мяса)	33,1
	Потери при разделке, зачистке, мойке	1,4
	<del>Всего отходов и потерь</del>	34,5
	<del>Выход разделанной рыбы</del>	65,5
КИЖУЧ потрошенный с головой – потрошенный обезглавленный	Отходы при разделке (голова)	18,5
	Потери при разделке, зачистке, мойке	1,0
	<del>Всего отходов и потерь</del>	19,5
	Выход разделанной рыбы	80,5
КИЖУЧ потрошенный с головой – филе с кожей	Отходы при разделке (голова, плавники, пленки, позвоночная кость с хвостовым плавником, срезки мяса)	31,1
	Потери при разделке, зачистке, мойке	1,1
	<del>Всего отходов и потерь</del>	32,2
	Выход разделанной рыбы	67,8

По данным, приведенным в табл. 1, видно, что при разделке лососевых рыб образуется значительное количество отходов – от 18,5 до 35,1% от массы рыбы. При этом при разделке рыбы на филе образуется практически в два раза больше отходов, чем при разделке рыбы потрошенной обезглавленной. Переработка рыбы традиционно ориентирована на комплексные технологии. Поэтому разработка технологии переработки отходов от производства пищевой продукции из тихоокеанских лососевых рыб является актуальной задачей. Такая технология позволит повысить эффективность использования этого сырья, получить дополнительную высокоценную кормовую продукцию, снизить антропогенную нагрузку на окружающую среду [1].

Объектами исследования были выбраны отходы от переработки на пищевую продукцию кеты, горбуши (плавники, срезки мяса, плечевые и позвоночные кости, грудные плавники, голова, приголовки) и сухие белковые кормовые продукты, полученные из ферментированных отходов переработки лососевых рыб.

Применение ферментных препаратов в рыбоперерабатывающей промышленности является одним из эффективных и перспективных путей увеличения производства кормовых продуктов функционального назначения при максимальном использовании уникального химического состава ВБР, повышения их качества и биологической ценности, что в итоге позволит снизить потребность в корме. Таким образом, биотехнология способствует развитию береговой рыбоперерабатывающей инфраструктуры, рыбопромысловых судов нового поколения, увеличению количества рабочих мест, производству продуктов с высокой добавленной стоимостью. Кроме того, в рыбной отрасли процесс ферментации высокобелковых компонентов считается процессом низкотемпературным и энергосберегающим [3, 4]. Отходы от переработки лососевых рыб (кеты и горбуши) и белковые кормовые продукты из них, полученные с применением процессов частичного ферментализа и сушки, были измельчены с помощью гомогенизатора до состояния однородной массы и мелкого порошка коричневого цвета, соответственно, с характерным рыбным запахом [2]. Далее были проведены исследования по изучению общего химического состава отходов переработки горбуши и кеты и полученных белковых кормовых продуктов. Результаты этих исследований представлены в табл. 2.

Таблица 2

**Общий химический состав сырья и белкового кормового продукта  
из отходов переработки лососевых рыб**

Наименование образца	Содержание, %			
	влаги	белка	жира	зола
Отходы переработки горбуши	67,1±0,1	16,8±0,1	8,9±0,1	5,5±0,1
Белковый кормовой продукт из отходов переработки горбуши	5,0±0,1	51,3±0,1	32,4±0,1	10,6±0,1
Отходы переработки кеты	68,2±0,1	16,5±0,1	8,6±0,1	6,6±0,1
Белковый кормовой продукт из отходов переработки кеты	4,4±0,1	50,8±0,5	33,6±0,1	11,0±0,1

Согласно данным, представленным в таблице 2, отходы переработки горбуши и кеты являются перспективным сырьем для получения кормовых продуктов вследствие довольно высокого содержания белка (16,8%). В то же время следует отметить в белковом кормовом продукте значительное содержание белка (до 51,3%) и высокое содержание жира (до 33,6%), что вызывает необходимость поиска способа снижения его содержания до показателей, рекомендованных ГОСТ 2116-00. Белковый кормовой продукт из отходов переработки лососевых рыб богат макро- и микроэлементами (до 10,6% – кальций, фосфор и др.) и, следовательно, может служить дополнительным источником минеральных веществ для молоди рыб [4].

Для определения качественного состава белков проводились исследования фракционного состава азотистых веществ в отходах переработки горбуши и белковом кормовом продукте (табл. 3).

Таблица 3

**Фракционный состав азотистых веществ сырья  
и белкового кормового продукта из отходов переработки лососевых рыб\***

Объект исследования	Азот, %				
	общий	белковый	небелковый	полипептидный	свободных аминокислот
Отходы переработки горбуши	2,67/100	1,97/74,0	0,70/26,0	0,50/71,5	0,20/28,5
Белковый кормовой продукт из отходов переработки горбуши	8,2/100	4,48/55,0	3,72/45,4	2,66/72,5	1,06/27,5
Отходы переработки кеты	2,64/100	1,91/72,4	0,73/27,6	0,52/71,2	0,23/28,3
Белковый кормовой продукт из отходов переработки кеты	8,13/100	4,67/57,5	3,46/42,5	2,55/73,7	0,91/26,3

\* – в числителе данные по содержанию азота в %; в знаменателе – данные в % от общего и небелкового азота

Анализируя полученные данные, можно отметить, что белковый кормовой продукт из отходов переработки лососевых рыб характеризуются повышенным содержанием белкового азота (до 55,0%), что свидетельствует о его высокой кормовой ценности. Содержание небелкового азота на уровне 42,05–45,4% говорит о ранее прошедшем процессе ферментализации отходов переработки горбуши и кеты.

С целью определения кормовой ценности был изучен аминокислотный состав белка отходов переработки горбуши и белкового кормового продукта, полученного способом прямой сушки под вакуумом (табл. 4).

Таблица 4

**Аминокислотный состав сырья и белкового кормового продукта из отходов переработки горбуши**

Название аминокислоты	Содержание аминокислот, г/100г белка	
	Отходы переработки горбуши	Белковый кормовой продукт из отходов переработки горбуши
Аспарагиновая к-та	9,831	9,239
Серин	4,462	4,316
Глутаминовая к-та	13,287	12,281
Пролин	5,643	6,820
Глицин	10,243	13,034
Аланин	7,359	7,789
Гистидин	2,422	2,089
Аргинин	6,584	6,738
Сумма заменимых аминокислот	59,831	62,306
Цистеин+Метионин	2,803	2,931
Треонин	4,272	3,943
Валин	4,683	4,194
Изолейцин	3,897	3,258
Лейцин	6,885	6,006
Тирозин+Фенилаланин	7,220	5,956
Лизин	7,662	6,925
Сумма незаменимых аминокислот	37,422	33,213

Анализируя полученные данные, можно отметить, что содержание незаменимых аминокислот в белковом кормовом продукте из отходов переработки горбуши снизилось незначительно (на 4,2%) по сравнению с сырьём. Общая сумма заменимых аминокислот в кормовом продукте составила 62,306%, что на 2,475% больше по сравнению с их содержанием в сырье. Незначительное снижение содержания незаменимых и повышение содержания заменимых аминокислот можно объяснить тем, что сырье (отходы от разделки горбуши) при получении сухого продукта подверглось частичному гидролизу под действием ферментов протеолитического ряда и термической обработке.

Таким образом, проведенные исследования аминокислотного состава белка сухого белкового кормового продукта из отходов переработки горбуши позволяют сделать вывод о том, что белковый кормовой продукт, полученный способом прямой сушки под вакуумом, хорошо сбалансирован по аминокислотному составу, является полноценным, т. к. содержит все незаменимые аминокислоты. Качество и безопасность кормовых продуктов из гидробионтов регламентируются ГОСТ 2116–2000 и определяются совокупностью таких показателей, как качественное состояние белковых веществ и липидов (кислотное, перекисное числа, содержание оксикислот), содержание хлорорганических пестицидов и токсичных элементов, микробная обсемененность, наличие сторонних примесей и др. Исходя из этого проводились исследования качественного состояния липидов сухого кормового продукта из отходов переработки горбуши (табл. 5).

Таблица 5

**Показатели качества липидов в сырье и сухих кормовых продуктах из отходов переработки горбуши и кеты**

Объект исследования	Кислотное число, мг КОН/г	Перекисное число, %I <sub>2</sub>	Оксикислоты, %
Отходы переработки горбуши	12,3	0,45	4,4
Белковый кормовой продукт из отходов переработки горбуши	17,1	0,65	7,4
Белковый кормовой продукт из отходов переработки кеты	19,0	0,96	7,6
Требования по ГОСТ 2116-2000	55,0	Не нормируется	Не нормируется

В целом, полученные данные подтверждают хорошее качество липидов сырья и сухого кормового продукта из отходов переработки горбуши и соответствие требованиям ГОСТ 2116-2000 по показателям кислотного числа и содержанию оксикислот.

С целью определения возможности использования в кормовых целях белкового кормового продукта из отходов переработки лососевых рыб (на примере горбуши) проводились исследования его микробиологических показателей и показателей безопасности (табл. 6, 7).

Таблица 6

**Микробиологические показатели белкового кормового продукта из отходов переработки горбуши**

Наименование образца	Наименование показателя	Фактическое значение показателя	Норма по ГОСТ 2116-2000
Белковый кормовой продукт из отходов переработки горбуши	КМАФАнМ, КОЕ в 1,0 г	$3 \times 10^2$	Не нормируется
	БГКП (колиформы), в 1,0 г	Не выделены	Не нормируется
	Патогенные микроорганизмы, в т.ч. сальмонеллы, в 25 г	Не выделены	Не допускаются

Согласно полученным данным, общая микробная обсемененность (КМАФАнМ) составляет  $3 \times 10^2$  КОЕ в 1,0 г., БГКП и патогенной микрофлоры не обнаружено. Таким образом, белковый кормовой продукт из отходов переработки горбуши полностью соответствует требованиям ГОСТ 2116-2000.

Таблица 7

**Содержание хлорорганических пестицидов и токсичных элементов в сырье и белковом кормовом продукте из отходов переработки горбуши**

Вид сырья	Токсичные элементы, мг/кг				Хлорорганические соединения, мг/кг	
	Pb	Cd	As	Hg	ГХЦГ	ДДТ
Отходы переработки горбуши	0,0059	0,0002	0,0382	0,0021	0,0107	0,0306
Сухой кормовой продукт из отходов переработки горбуши	0,0086	0,0004	0,0496	0,0048	0,0133	0,0347
Норма по ГОСТ 2116-2000	5,0	0,3	2,0	0,5	0,2	0,4

Данные таблицы 7 свидетельствуют о практически полном отсутствии пестицидов и тяжелых металлов в сырье и сухом кормовом продукте из отходов переработки горбуши.

Таким образом, по показателям качества и безопасности сухой кормовой продукт из отходов переработки горбуши полностью отвечает требованиям ГОСТ 2116-2000 и может быть рекомендован как компонент комбикормов для птиц, сельскохозяйственных животных и рыб.

### Литература

1. Боева Н.П., Бредихина О.В. Технология рыбы и рыбных продуктов: кормовые и технические продукты из ВБР: Учебное пособие. – М.: ВНИРО, 2008.
2. Дубровская Т.А. Отходы переработки гидробионтов как источник ценных побочных продуктов / Информационный пакет «Обработка рыбы и морепродуктов». Новости отечественной и зарубежной рыбообработки. – М.: ВНИЭРХ, 2001. – № 3.
3. Кислухина О.В. Ферменты в производстве пищи и кормов. – М.: ДеЛи принт, 2002.
4. Мухин В.А. и др. Ферментативные белковые гидролизаты тканей морских гидробионтов: получение, свойства и практическое использование. – Мурманск: ПИНРО, 2001.
6. Сажин Б.С. Основы техники сушки. – М.: Химия, 1984. – 187 с.

УДК 621.81

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАЗМЕРА КАЛИБРУЮЩЕЙ ЩЕЛИ РЫБОРАЗДЕЛОЧНОЙ МАШИНЫ ГРАФИЧЕСКИМ И АНАЛИТИЧЕСКИМ СПОСОБОМ

*В.М. Гаврилин, М. Тайнов, Г.О. Заляева (КамчатГТУ)*

*В работе приведена методика определения размера калибровочной щели многофункциональной рыборазделочной машины BAADER.*

Так как в сортировочных машинах используется, в основном, косвенное сортирование, то происходит пересортица, вследствие чего в заданную размерную фракцию попадает рыба других фракций. В работе приведена методика определения размера калибровочной щели многофункциональной рыборазделочной машины BAADER, установленной на МПЗ «Олег Зверев» (ООО «Пымта»).

Расчеты произведены по данным натурного обмера партии минтая одного промыслового усилия [1, 2, 5].

В табл. 1 приведена корреляционная решетка для партии минтая, разделенной на три стандартные фракции. В графах таблицы указано количество рыб соответствующей длины и толщины.

Таблица 1

Корреляционная решетка для партии минтая

Фракция	Длина L*10 <sup>-3</sup> м	Толщина В*10 <sup>-3</sup> м																	
		38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Мелкая	350	1																	
	360		2	1															
	370			1															
	380				2	1													
	390			2	2		1												
400				3	2	1													
Средняя	410					3	2												
	420					2	4	2		3									
	430						2	4	3	3	3								
	440							2	5	4	2	3							
	450								4	5	3	1	2						

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
Крупная	460										3	2	2	1						
	470																			
	480										1		3							
	490									1			1							
	500									2	1		1	4						
	510										2	4				5				
	520									1										
	530													1		1				
	540									1		2		1	2	2				
	550										1		1					1		
	560													1	2	1	1			
	570														1	2		2		
	580													1		2	1	1		
	590																			2
	600															1		1		

Размер калибрующей щели можно рассчитать двумя методами: графическим и аналитическим [6].

#### Определение размера калибрующей щели графическим способом

Полигоны распределения рыбы строятся в зависимости от количества рыб одной толщины, а чтобы графически определить размер калибрующих щелей, при которых пересортица будет минимальной, необходимо построить выровненные по нормальному закону распределения вариационные кривые (кривые распределения Гаусса) [1, 2, 3, 5].

Сначала построим кривую для общей массы рыбы.

Для этого определяем среднюю арифметическую толщину рыбы для всей партии

$$\hat{A}_{\text{нб}} = \sqrt{\frac{\sum B_i \cdot n_i}{\sum n_i}}, \quad (1)$$

где  $B_i$  – толщина рыбы;  $n_i$  – количество рыб одной толщины,

$$B_{cp} = \frac{38 \cdot 39 \cdot 2 + 40 \cdot 4 + 41 \cdot 7 + 42 \cdot 8 + 43 \cdot 10 + 44 \cdot 8 + 45 \cdot 12 + 46 \cdot 20 + 47 \cdot 16 + 48 \cdot 12 + 49 \cdot 11 + 50 \cdot 8 + 51 \cdot 7 + 52 \cdot 4 + 53 \cdot 4 + 54 \cdot 3 + 55 \cdot 2}{149} = 46,7 \cdot 10^{-3} \text{ м}$$

Находим среднее квадратичное отклонение величин  $\hat{A}_i$ ,

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (B_i - B_{\text{нб}})^2 \cdot n_i}{\sum n_i}} \quad (2)$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{(38 - 46,7)^2 + (39 - 46,7)^2 \cdot 2 + (40 - 46,7)^2 \cdot 4 + (41 - 46,7)^2 \cdot 7 + (42 - 46,7)^2 \cdot 8 + (43 - 46,7)^2 \cdot 10 + (44 - 46,7)^2 \cdot 8 + (45 - 46,7)^2 \cdot 12 + (46 - 46,7)^2 \cdot 20 + (47 - 46,7)^2 \cdot 16 + (48 - 46,7)^2 \cdot 12 + (49 - 46,7)^2 \cdot 11 + (50 - 46,7)^2 \cdot 8 + (51 - 46,7)^2 \cdot 12 + (52 - 46,7)^2 \cdot 7 + (53 - 46,7)^2 \cdot 4 + (54 - 46,7)^2 \cdot 3 + (55 - 46,7)^2 \cdot 2}{149}} = 3,71 \cdot 10^{-3} \text{ м} \quad (3)$$

Определяем точки, по которым строится кривая распределения. Координаты пяти точек занесены в табл. 2.

Чтобы изобразить кривую Гаусса на фоне полигона распределения толщины рыбы, необходимо соблюсти масштаб, зная, что крайние значения толщины равны  $X_1$  и  $X_5$ , а максимальное количество рыб в партии одной толщины  $Y_3$  [4, 6].

На рисунке 1 показан полигон общего распределения толщины минтая и кривая Гаусса, построенная по найденным точкам.

Координаты точек для построения кривой распределения

Номер точки	$X_i, \text{ м} \cdot 10^{-3}$	$Y_i, \text{ м} \cdot 10^{-3}$
1	2	3
1	$X_1 = -3\sigma$ $X_1 = -3 \cdot 3,71 = -11,13$	$Y_1 = 0$
2	$X_2 = -\sigma$ $X_2 = -3,71$	$Y_2 = \frac{0,24}{\sigma}$ $Y_2 = \frac{0,24}{3,71} = 0,065$
3	$X_3 = 0$	$Y_3 = Y_{\max} = \frac{0,4}{\sigma}$ $Y_3 = \frac{0,4}{3,71} = 0,108$
4	$X_4 = \sigma$ $X_4 = 3,71$	$Y_4 = \frac{0,24}{\sigma}$ $Y_4 = \frac{0,24}{3,71} = 0,065$
5	$X_5 = 3\sigma$ $X_5 = 3 \cdot 3,71 = 11,13$	$Y_5 = 0$

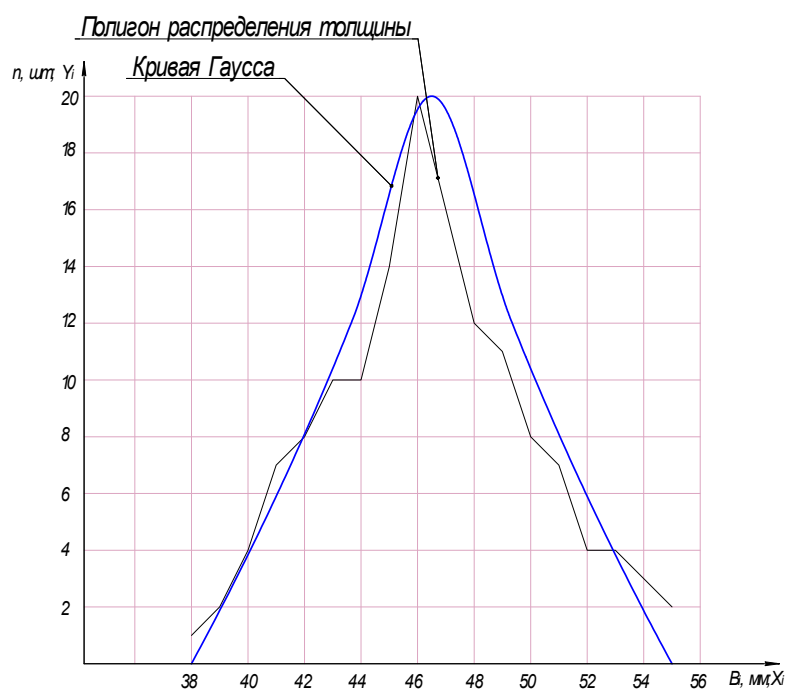


Рис. 1 Полигон и кривая Гаусса общего распределения толщины минтая

Полигоны распределения толщин и кривые Гаусса для мелкой, средней и крупной фракций строим аналогично.

Определяем среднюю арифметическую толщину рыбы для каждой фракции

$$\hat{A}_i = \frac{38 + 2 \cdot 39 + 4 \cdot 40 + 7 \cdot 41 + 3 \cdot 42 + 2 \cdot 43}{19} = 40,8 \cdot 10^{-3} \text{ м} \quad (5)$$

$$\hat{A}_{\bar{N}} = \frac{5 \cdot 42 + 8 \cdot 43 + 8 \cdot 44 + 12 \cdot 45 + 15 \cdot 46 + 8 \cdot 47 + 4 \cdot 48 + 2 \cdot 49}{62} = 45,2 \cdot 10^{-3} \text{ м} \quad (6)$$

$$\hat{A}_E = \frac{5 \cdot 46 + 8 \cdot 47 + 8 \cdot 48 + 9 \cdot 49 + 8 \cdot 50 + 12 \cdot 51 + 7 \cdot 52 + 4 \cdot 53 + 54 \cdot 3 + 2 \cdot 55}{68} = 49,56 \cdot 10^{-3} \text{ г} \quad (7)$$

Находим среднее квадратичное отклонение для каждой фракции

$$\sigma_i = \sqrt{\frac{(38 - 40,8)^2 + 2 \cdot (39 - 40,8)^2 + 4 \cdot (40 - 40,8)^2 + 7 \cdot (41 - 40,8)^2 + 3 \cdot (42 - 40,8)^2 + 2 \cdot (43 - 40,8)^2}{19}} = 6,01 \cdot 10^{-3} \text{ г} \quad (8)$$

$$\sigma_c = \sqrt{\frac{(42 - 45,2)^2 \cdot 5 + (43 - 45,2)^2 \cdot 8 + 8 \cdot (44 - 45,2)^2 + 12 \cdot (45 - 45,2)^2 + 15 \cdot (46 - 45,2)^2 + 8 \cdot (47 - 45,2)^2 + 4 \cdot (48 - 45,2)^2 + 2 \cdot (49 - 45,2)^2}{62}} = 2,31 \cdot 10^{-3} \text{ г} \quad (9)$$

$$\sigma_k = \sqrt{\frac{5 \cdot (46 - 49,56)^2 + 8 \cdot (47 - 49,56)^2 + 8 \cdot (48 - 49,56)^2 + 9 \cdot (49 - 49,56)^2 + 8 \cdot (50 - 49,56)^2 + 12 \cdot (51 - 49,56)^2 + 7 \cdot (52 - 49,56)^2 + 4 \cdot (53 - 49,56)^2 + 3 \cdot (53 - 49,56)^2 + 2 \cdot (55 - 49,56)^2}{68}} = 3,9 \cdot 10^{-3} \text{ г} \quad (10)$$

Определяем точки, по которым строятся кривые распределения. Координаты пяти характерных точек кривых распределения Гаусса для каждой фракции рыбы занесены в таблицу 3.

Таблица 3

Координаты точек кривых распределения Гаусса для каждой фракции рыбы

Номер точки	$X_i, \text{ м} \cdot 10^{-3}$	$Y_i, \text{ м} \cdot 10^{-3}$
1	$X_{1i} = -3 \cdot 6,01 = -18,03$ $X_{1\bar{N}} = -3 \cdot 2,31 = -6,93$ $X_{1\hat{E}} = -3 \cdot 3,9 = -11,7$	$Y_{1i} = 0$ $Y_{1\bar{N}} = 0$ $Y_{1\hat{E}} = 0$
2	$X_{2i} = -6,01$ $X_{2\bar{N}} = -2,31$ $X_{2\hat{E}} = -3,9$	$Y_{2i} = \frac{0,24}{6,01} = 0,04$ $Y_{2\bar{N}} = \frac{0,24}{2,31} = 0,104$ $Y_{2\hat{E}} = \frac{0,24}{3,9} = 0,061$
3	$X_{3i} = 0$ $X_{3\bar{N}} = 0$ $X_{3\hat{E}} = 0$	$Y_{3i} = \frac{0,4}{6,01} = 0,066$ $Y_{3\bar{N}} = \frac{0,4}{2,31} = 0,173$ $Y_{3\hat{E}} = 3,9 = 0,103$
4	$X_{4i} = 6,01$ $X_{4\bar{N}} = 2,31$ $X_{4\hat{E}} = 3,9$	$Y_{4i} = \frac{0,24}{6,01} = 0,04$ $Y_{4\bar{N}} = \frac{0,24}{2,31} = 0,104$ $Y_{4\hat{E}} = \frac{0,24}{3,9} = 0,061$
5	$X_{5i} = 3 \cdot 6,01 = 18,03$ $X_{5\bar{N}} = 3 \cdot 2,31 = 6,93$ $X_{5\hat{E}} = 3 \cdot 3,9 = 11,7$	$Y_{5i} = 0$ $Y_{5\bar{N}} = 0$ $Y_{5\hat{E}} = 0$

Теперь построим кривые для мелкой, средней и крупной фракций рыбы.

На рис. 2 представлен полигон распределения минтая, разделенного на три фракции и кривые Гаусса для каждой фракции [4, 3].

В местах пересечения кривых опускаем перпендикуляры на ось абсцисс. Полученные значения являются размерами щелей.

$B_{MC} = 42,4 \text{ мм}$  – размер щели на границе мелкой и средней фракций.

$B_{CK} = 47,6 \text{ мм}$  – размер щели на границе средней и крупной фракций.

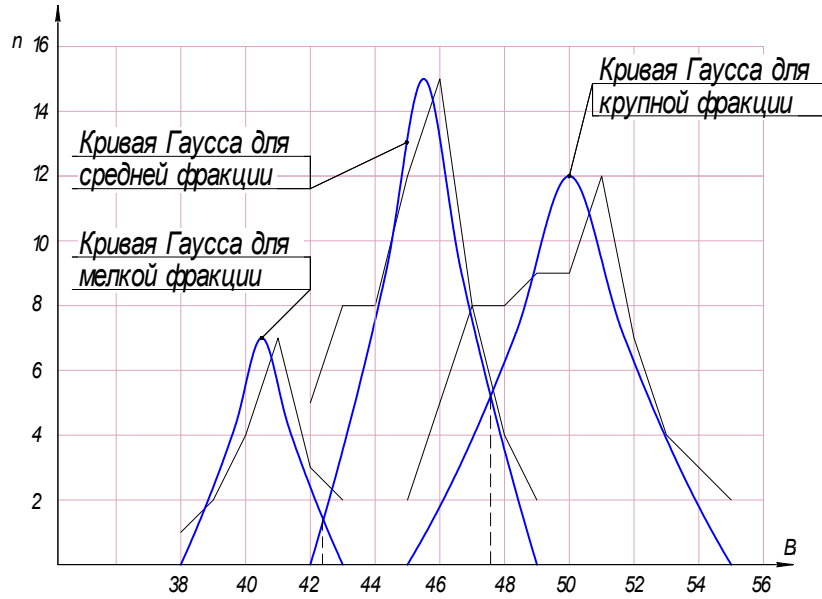


Рис. 2 Полигоны и кривые Гаусса для мелкой, средней и крупной фракций рыбы

### Определение размера калибрующей щели аналитическим способом

Расчетное уравнение для определения размера щели.

Размер калибрующей щели на границе крупной и средней фракции

$$B_{E\bar{N}} = \frac{(\hat{A}_{\bar{N}} \cdot \sigma_{\hat{E}}^2 - \hat{A}_{\hat{E}} \cdot \sigma_{\bar{N}}^2) + \sigma_{\hat{E}} \cdot \sigma_{\bar{N}} \sqrt{(\hat{A}_{\hat{E}} - \hat{A}_{\bar{N}})^2 - 2(\sigma_{\hat{E}}^2 - \sigma_{\bar{N}}^2) \ln \frac{\sigma_{\bar{N}} \cdot \hat{E}_{\hat{E}}}{\sigma_{\hat{E}} \cdot \hat{E}_{\bar{N}}}}}{\sigma_{\hat{E}}^2 - \sigma_{\bar{N}}^2} \quad (11)$$

Размер калибрующей щели на границе мелкой и средней фракции

$$B_{i\bar{N}} = \frac{(\hat{A}_i \cdot \sigma_{\bar{N}}^2 - \hat{A}_{\bar{N}} \cdot \sigma_i^2) + \sigma_i \cdot \sigma_{\bar{N}} \sqrt{(\hat{A}_{\bar{N}} - \hat{A}_i)^2 - 2(\sigma_{\bar{N}}^2 - \sigma_i^2) \ln \frac{\sigma_i \cdot \hat{E}_{\bar{N}}}{\sigma_{\bar{N}} \cdot \hat{E}_i}}}{\sigma_{\bar{N}}^2 - \sigma_i^2} \quad (12)$$

где  $B_{\hat{E}}, \hat{A}_{\bar{N}}, \hat{A}_i$  – соответственно средняя толщина рыбы для крупной, средней и мелкой фракции;  $\sigma_{\hat{E}}, \sigma_{\bar{N}}, \sigma_i$  – соответственно среднее квадратичное отклонение величин;  $\hat{E}_{\hat{E}}, \hat{E}_{\bar{N}}, \hat{E}_i$  – соответственно фракционные составы крупной, средней и мелкой фракций в сортируемой партии рыб.

По данным из табл. 2 [5, 6] определяем среднюю толщину рыбы для каждой фракции

$$\hat{A}_m = \frac{\sum B_i}{n} \quad (13)$$

$$\hat{A}_i = \frac{38 + 2 \cdot 39 + 4 \cdot 40 + 7 \cdot 41 + 3 \cdot 42 + 2 \cdot 43}{19} = 40,8 \cdot 10^{-3} \text{ м} \quad (14)$$

$$\hat{A}_{\bar{N}} = \frac{5 \cdot 42 + 8 \cdot 43 + 8 \cdot 44 + 12 \cdot 45 + 15 \cdot 46 + 8 \cdot 47 + 4 \cdot 48 + 2 \cdot 49}{62} = 45,2 \cdot 10^{-3} \text{ м} \quad (15)$$

$$B_K = \frac{5 \cdot 46 + 8 \cdot 47 + 8 \cdot 48 + 9 \cdot 49 + 8 \cdot 50 + 12 \cdot 51 + 7 \cdot 52 + 4 \cdot 53 + 54 \cdot 3 + 2 \cdot 55}{68} = 49,56 \cdot 10^{-3} \text{ м} \quad (16)$$

Среднее квадратичное отклонение равно

$$\sigma_m = \frac{\sum (B_i - B_{\bar{n}i})^2}{n - 1} \quad (17)$$

$$\sigma_M = \sqrt{\frac{(38 - 40,8)^2 + 2 \cdot (39 - 40,8)^2 + 4 \cdot (40 - 40,8)^2 + 7 \cdot (41 - 40,8)^2 + 3 \cdot (42 - 40,8)^2 + 2 \cdot (43 - 40,8)^2}{19}} = 6,01 \cdot 10^{-3} \text{ м} \quad (18)$$



$$\sigma_c = \sqrt{\frac{(42 - 45,2)^2 \cdot 5 + (43 - 45,2)^2 \cdot 8 + 8 \cdot (44 - 45,2)^2 + 12 \cdot (45 - 45,2)^2 + 15 \cdot (46 - 45,2)^2 + 8 \cdot (47 - 45,2)^2 + 4 \cdot (48 - 45,2)^2 + 2 \cdot (49 - 45,2)^2}{62}} = 2,31 \cdot 10^{-3} \text{ м} \quad (19)$$

$$\sigma_k = \sqrt{\frac{5 \cdot (46 - 49,56)^2 + 8 \cdot (47 - 49,56)^2 + 8 \cdot (48 - 49,56)^2 + 9 \cdot (49 - 49,56)^2 + 8 \cdot (50 - 49,56)^2 + 12 \cdot (51 - 49,56)^2 + 7 \cdot (52 - 49,56)^2 + 4 \cdot (53 - 49,56)^2 + 3 \cdot (53 - 49,56)^2 + 2 \cdot (55 - 49,56)^2}{68}} = 3,9 \cdot 10^{-3} \text{ м} \quad (20)$$

Подставляем найденные значения в формулу

$$B_{MC} = \frac{(40,8 \cdot 5,34 - 45,2 \cdot 36,12) + 6,01 \cdot 2,31 \sqrt{(45,2 - 40,8)^2 - 2(36,12 - 5,34) \ln \frac{2,31 \cdot 0,416}{6,01 \cdot 0,127}}}{36,12 - 5,34} = 42,4 \text{ мм} \quad (21)$$

$$B_{KC} = \frac{(45,2 \cdot 15,21 - 49,56 \cdot 5,34) + 3,9 \cdot 2,31 \sqrt{(49,56 - 45,2)^2 - 2(15,21 - 5,34) \ln \frac{5,34 \cdot 0,456}{15,21 \cdot 0,416}}}{36,12 - 5,34} = 47,6 \text{ мм} \quad (22)$$

Для практического использования данных формул необходимо иметь статистические данные о толщине и длине не менее 10 экземпляров рыб, которые сводятся в корреляционную решетку. В результате расчета были определены размеры калибрующих щелей на границе фракций, необходимых для правильной работы машины. Определение калибрующих щелей производилось двумя методами: графическим и аналитическим. В результате графического метода были построены кривые нормального распределения для мелкой, средней, крупной фракций и графически определены границы фракций:

- размер щели на границе мелкой и средней фракций  $B_{MC} = 42,4 \text{ мм}$ ;
- размер щели на границе средней и крупной фракций  $B_{CK} = 47,6 \text{ мм}$ .

Аналитическим методом подтвердились найденные значения.

### Литература

1. Антипов С.Т. Машины и аппараты пищевых производств. В 2 кн. Кн. 1: Учеб. для вузов. Под ред. акад. РАСХН. В.А. Панфилова. – М.: Высш. шк., 2001. – 703 с.
2. Антипов С.Т. Машины и аппараты пищевых производств. В 2 кн. Кн. 2: Учеб. для вузов. Под ред. акад. РАСХН. В.А. Панфилова. – М.: Высш. шк., 2001. – 680 с.
3. Никитенко А.П. Процессы и аппараты пищевых производств. – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2003. – 169 с.
4. Остриков А.Н., Абрамов О.В. Расчет и конструирование машин и аппаратов пищевых производств. Учебник для вузов. – СПб.: ГИОРД, 2003. – 352 с.
5. Поспелов Ю.В., Тушко А.А., Погонец В.И. Основы расчета и проектирования оборудования для первичной обработки рыбы. Учебное пособие. Владивосток: Дальрыбвтуз, 1985. – 118 с.
6. Чубик Справочник по теплофизическим константам пищевых продуктов и полуфабрикатов. – М. 1970. – 150 с.

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА КАЛЬМАРА МОРОЖЕНОГО С ПРИМЕНЕНИЕМ ЖИДКОГО И ГАЗООБРАЗНОГО ДИОКСИДА УГЛЕРОДА

*А.В. Жуков (КамчатГТУ)*

*В статье приведены данные исследования химических и физико-химических показателей кальмара мороженого в зависимости от способа обработки его диоксидом углерода при холодильном хранении. Показаны преимущества обработки мороженого кальмара диоксидом углерода.*

В последнее время резко возрос интерес к *головоногим моллюскам*. Вызван он неблагоприятным состоянием рыбных запасов и необходимостью изыскивать дополнительные биоресурсы, не используемые пока промыслом, которые могли бы восполнить дефицит белковой пищи. Целый комплекс особенностей (плотная часть кальмара на 94% состоит из белковых веществ и на 6% из минеральных) ставит головоногих моллюсков в разряд ценных промысловых объектов. Широкое распространение и способность образовывать плотные скопления, дающие возможность вести эффективный лов, короткий жизненный цикл и быстрый рост определяют высокий уровень промыслового изъятия. Но самое главное – отличные вкусовые качества и высокая пищевая и биологическая ценность.

Проблема обеспечения населения качественной продукцией из кальмара является актуальной для отечественных рыбопромышленных предприятий. Массовый лов кальмара является сезонным и проводится во время нереста кальмара [2]. Поэтому перед рыбопромышленными предприятиями стоит задача сохранения продуктов улова между нерестовыми сезонами. На современных предприятиях широко используется холодильная обработка и хранение как один из способов консервирования сырья и продуктов питания. Это позволяет в максимальной степени сохранять их технологические свойства и пищевую ценность в течение продолжительного времени.

Высокая пищевая и биологическая ценность позволяют рассматривать кальмара как объект стратегических белковых запасов страны при условии наличия длительных способов его сохранения без потерь пищевой и биологической ценности.

Большое внимание уделяется вопросу совершенствования обработки кальмара холодом. Одним из путей сохранения высокого качества кальмара в течение продолжительного времени является замораживание. Основополагающими для утверждения этого положения являются работы Н.А. Головкина, Г.Б. Чижова, В.П. Быкова, Л.И. Першиной, Г.В. Масловой, Н.А. Воскресенского, Б.Н. Семенова и др.

В настоящее время в связи с совершенствованием холодильной технологии проблема увеличения продолжительности хранения продуктов, изготавливаемых традиционным способом, является актуальной. При длительном хранении мороженой продукции часть водо- и солерастворимых белковых фракций денатурируют и переходят в щелочерастворимую фракцию, что отрицательно отражается на пищевой и биологической ценности продукта [3]. Но основной показатель порчи продукта при хранении – переход белкового азота в небелковый (азот летучих оснований) [3]. Поэтому все большее внимание исследователей уделяется использованию, наряду с пониженными температурами, антисептическими средствами и антибиотиками, различных видов упаковки и инертных газов, особенно экологически чистых.

В данной работе была рассмотрена возможность использования диоксида углерода, так как для камчатского региона он является природным газом и выделяется из земли, например, на Малкинском месторождении. Проблемы по исследованию и внедрению углекислотных технологий (использование газообразного диоксида углерода) в процессах замораживания и хранения кальмара при современном состоянии производства приобретают особую значимость и актуальность и являются приоритетным направлением развития низкотемпературных технологий рыбной промышленности для обновления производства.

**Цель работы** – совершенствование технологии замораживания кальмара, повышение качества и увеличение сроков хранения мороженого кальмара путем применения способов хранения с использованием твёрдого и газообразного диоксида углерода.

**Объектом исследования** являлся командорский кальмар (*Berryteuthis magister*) – наиболее

важный промысловый вид семейства гонатид (*Gonatidae*), мороженный, соответствующий требованиям ГОСТ 20414-93, обработанный твёрдым диоксидом углерода, обработанный газообразным диоксидом углерода и без обработки диоксидом углерода, хранящийся при температуре минус 18°C.

Для обработки кальмара мороженого использовалась углекислота R744 в баллоне под давлением 70 Атм, соответствующая ГОСТ 8050-85.

Блок кальмара мороженого был помещён в вытяжной шкаф и обработан из баллона газообразной углекислотой. Образец № 1 обрабатывали до образования снегообразной корочки углекислоты на поверхности блока, образец № 2 – без образования снегообразной корочки. Оба образца были помещены в полиэтиленовые пакеты и вакуумированы. Контрольный образец не был обработан диоксидом углерода. Оба обработанных образца и контрольный образец были помещены в морозильную камеру для последующего хранения в течение 10 мес. при температуре минус 18°C.

**Методы исследования.** В ходе исследований применялись стандартные методы анализа.

Отбор проб и определение органолептических показателей образцов проводили по ГОСТ 7631-85.

Определение массовой доли воды, золы, липидов, азотистых оснований, массовой доли белков осуществляли по ГОСТ 7636-85.

Метод определения массовой доли воды основан на выделении (испарении) воды из продукта при тепловой обработке и определении изменения массы его взвешиванием.

Определение массовой доли золы основано на удалении органических веществ из навески анализируемого продукта сжиганием и определении золы взвешиванием.

Массовую долю липидов определяли экстракцией жира органическим растворителем из сухой навески и определении его массы взвешиванием.

Для определения азота летучих оснований свободные и связанные летучие основания отгоняли с паром. Образующийся аммиак взаимодействовал с серной кислотой. Избыток серной кислоты оттитровывали щёлочью.

Метод определения массовой доли белковых веществ основан на окислении органического вещества при сжигании его в серной кислоте в присутствии катализатора, отгонке образующегося аммиака паром, улавливании его раствором серной кислоты и определении содержания азота титрованием.

Фракционный состав белков определяли методом, основанным на образовании синеволетовой окраски при воздействии на белки сульфата меди в присутствии щелочи с последующим определением оптической плотности и сравнения с калибровочным графиком [1].

Активную кислотность определяли по ГОСТ 28972-91. Метод основан на измерении разности потенциалов между двумя электродами (измерительным и электродом сравнения), погруженными в исследуемую пробу.

Исследования проводились для образцов по истечении 20 сут хранения при температуре минус 18°C.

Для обработки полученных данных применяли методы статистической и графоаналитической обработки. Статистическую обработку результатов осуществляли на основе подсчета средних значений величин и стандартной средней ошибки. Графическая обработка экспериментальных данных проводилась с помощью программного пакета «WINDOWS 2000», «Microsoft EXCEL-2000». Цифровые величины, указанные в таблицах и графиках, представляют собой арифметическое среднее с доверительным интервалом  $\Delta \pm 10\%$  и надежностью  $P 0,95$ .

**Результаты и обсуждение.** Для сравнительной характеристики влияния условий хранения кальмара мороженого на его основные показатели провели ряд исследований для образцов № 1 (со снегообразной корочкой углекислоты на поверхности блока), № 2 (без образования снегообразной корочки), контроля (без обработки диоксидом углерода).

Для проведения химических и физико-химических испытаний филе кальмара разморозили до температуры в толще минус 1°C и измельчили на бытовом куттере.

Определение химических и физико-химических показателей проводили для контрольного образца через 20 сут хранения и через 10 мес. хранения, а также для образцов № 1 и № 2 через 10 мес. хранения (рекомендованный срок хранения кальмара мороженого – 9 мес.).

Сравнительные результаты исследований отражены в таблице 1.

Сравнительные химические показатели кальмара мороженого

Показатель	Образцы			
	Кальмар мороженный без обработки CO <sub>2</sub> 20 сут хранения	Кальмар мороженный без обработки CO <sub>2</sub> 10 мес. хранения (контроль)	Кальмар мороженный, обработанный твёрдым CO <sub>2</sub> 10 мес. хранения (образец № 1)	Кальмар мороженный, обработанный газообразным CO <sub>2</sub> 10 мес. хранения (образец № 2)
Массовая доля воды, %	84,6	82,3	82,3	82,3
Массовая доля золы, %	0,95	–	–	–
Массовая доля липидов, %	0,1	–	–	–
Массовая доля азота летучих оснований, %	2,3	6,5	4,5	4,4
Массовая доля белковых веществ, % в том числе:	14,4	15,9	16,6	16,6
Массовая доля водорастворимых белковых фракций	21	11	18	19
Массовая доля солерастворимых белковых фракций	53	44	46	47
Массовая доля щелочерастворимых белковых фракций	26	45	36	34
Среднее значение активной кислотности	7,8	7,7	7,6	7,6

Из данных табл. 1 видно, что во всех образцах кальмара, хранящегося в течение 10 мес., наблюдается снижение содержания воды на 2% относительно первоначальных показателей. Такая потеря влаги является минимальной и не отражается на пищевой и биологической ценности и консистенции продукта.

Просматривается увеличение перехода белкового азота в небелковый на 4% у образца, не обработанного диоксидом углерода (контроль), при хранении в течение 10 мес., и на 2% у аналогичных образцов, обработанных диоксидом углерода. Следовательно, образцы кальмара, обработанного диоксидом углерода, более безопасны при дальнейшем употреблении в пищу относительно кальмара, не обработанного диоксидом углерода.

Содержание белковых веществ в образцах, хранящихся 10 мес., увеличилось на фоне снижения содержания воды в продукте.

В мышечной ткани мороженого кальмара, хранящегося менее месяца, водорастворимые (саркоплазматические) белки составляли 21%, солерастворимые (миофибриллярные) – 53%, щелочерастворимые (соленерастворимые, состоящие из белков, находящихся в особом состоянии и денатурированных, перешедших в нерастворимое состояние из первых двух фракций) – 26%. При замораживании и последующем холодильном хранении это соотношение изменилось: снизилось содержание растворимых миофибриллярных и саркоплазматических белков и увеличилось количество денатурированных. Как известно, миофибриллярные белки отвечают за сохранение структуры мышечной ткани. При переходе их в денатурированное состояние нарушается связь белка с водой, целостность мышечных волокон, что при последующем размораживании сырья приводит к значительным потерям тканевого сока, получению продукции с сухой и жесткой консистенцией. В мороженом кальмаре, хранящемся при стандартных температурных условиях, содержание щелочерастворимой фракции (денатурированных белков) не должно превышать 40% (Технология..., 2001), что и наблюдалось в образцах, обработанных диоксидом углерода. В контрольном образце щелочерастворимые белки составили 45%, что говорит о снижении пищевой и биологической ценности и получении в дальнейшем продуктов с жесткой консистенцией.

Таким образом, результаты проведенных исследований убедительно доказывают преимущество обработки мороженого кальмара диоксидом углерода. В образцах, обработанных твердым и газообразным диоксидом углерода, разница в содержании основных веществ составила доли процентов, что позволяет использовать наименее затратный способ обработки газообразным ди-

оксидом углерода (из природных источников).

### Литература

1. Антипова Л.В., Глотова И.А., Рогов И.А. Методы исследования мяса и мясных продуктов. – М.: КолосС, 2004. – С. 382–285.
2. Зуев Г.В., Несис К.П. Кальмары. – М.: Пищевая промышленность, 1978. – 360 с.
3. Технология продуктов из гидробионтов / С.А. Артюхова, В.Д. Богданов, В.М. Дацун и др.; Под ред. Т.М. Сафроновой и В.И. Шендерюка. – М.: Колос, 2001. – 496 с.

УДК 664.951

## ЧЕРНОМОРСКАЯ И АЗОВСКАЯ ХАМСА КАК СЫРЬЕ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ КОРМОВЫХ БЕЛКОВЫХ ПРОДУКТОВ

*М.М. Ильченко, Н.П. Боева, Е.В. Сергиенко  
(ФГУП «Всероссийский научно-исследовательский институт  
рыбного хозяйства и океанографии», г. Москва)*

*В настоящее время мелкие рыбы Азово-Черноморского бассейна, в частности хамса, являются недоиспользуемым объектом рыболовного промысла и характеризуются крупномасштабными запасами. Исследования качественного состава белков и липидов хамсы, а также показателей безопасности позволяют сделать вывод о ее высокой кормовой и биологической ценности.*

В настоящее время отмечается значительный недостаток высококачественных отечественных кормов: по данным Минсельхоза потребность в комбикормах составляет не менее 250 тыс. т, в том числе порядка 50–55 тыс. т комбикормов, содержащих (до 45%) высококачественной рыбной муки, что требует выпуска в год около 40–45 тыс. т рыбной муки. Доля отечественных кормов в настоящий момент составляет 5–10% от общей потребности в кормах сельхозпроизводителей России.

Резкое увеличение объема выработки кормовой муки возможно только при расширении сырьевой базы её производства за счет объектов промысла, характеризующихся крупномасштабными запасами. Анализ состояния сырьевых запасов позволил определить, что к таким объектам можно отнести недоиспользуемых в настоящее время мелких рыб Азово-Черноморского бассейна (хамсу, шпрот, тюлька) [1]. В табл. 1 представлены общие допустимые уловы и выловы этих рыб за период с 2007 по 2010 гг.

Таблица 1

**Общие допустимые уловы и выловы мелких видов рыб  
Азово-Черноморского бассейна за 2007 – 2010 гг.**

Наименование объекта	Общий допустимый улов, тыс. тонн				Вылов рыбохозяйственными организациями и предприятиями России, тыс. тонн			
	2007 г.	2008 г.	2009 г.	2010 г.	2007 г.	2008 г.	2009 г.	2010 г.
Хамса	15,0	25,0	50,0	50,0	5,1	5,6	10,6	12,8
Тюлька	80,0	80,0	80,0	80,0	7,9	8,1	7,4	8,1
Шпрот	21,0	21,0	19,0	21,0	6,1	7,9	8,9	5,9

Данные таблицы 1 свидетельствуют об освоении общих допустимых уловов по мелким видам рыб (хамса, тюлька, шпрот) Азово-Черноморского бассейна менее чем на 50% за период 2007 – 2010 гг. Это говорит о значительных сырьевых запасах (более 150 тыс. тонн ОДУ за 2010 г.) и перспективности использования данного вида сырья для производства отечественной кормовой рыбной муки.

Размерно-массовый состав объектов исследований представлен в таблице 2.

Объектами научных исследований служили мелкие виды рыб (хамса, тюлька, шпрот) Азово-Черноморского бассейна осенне-зимнего сезона вылова (ноябрь 2010 г.).

Для подготовки средней пробы при проведении исследований объекты (хамса) измельчали на гомогенизаторе в замороженном состоянии (минус 1 – минус 4°C) для получения рыбного фарша. По органолептическим показателям сырье представляло собой фарш темно-серого цвета

**Размерно-массовый состав мелких видов рыб Азово-Черноморского бассейна  
(хамса, тюлька, шпрот)**

Наименование объекта	Размерно-массовый состав		
	Длина, см	Ширина, см	Масса, г
Хамса	11,5–12,4	1,5–2,0	9,8–12,3
Тюлька	8,6–10,5	1,5–2,0	8,8–10,6
Шпрот	8,9–10,0	1,2–1,7	7,5–9,8

В объектах исследования (рыбный фарш) определяли содержание влаги, сухих веществ, жира, азотистых веществ и фракционный состав азотистых веществ: белковый, небелковый, полипептидный азот и азот аминокислот. При этом использовали стандартные и общепринятые в рыбной промышленности методики. При определении фракционного состава азотистых веществ применяли автоматический анализатор азота «Kjeltec», разработанный шведской фирмой «FocTekator».

Содержание липидов, кислотное и перекисное числа определяли по ГОСТ 7635-85 «Рыба, морские млекопитающие, морские беспозвоночные и продукты их переработки. Методы анализа» [2, 3].

Содержание тяжелых металлов определяли методом атомной абсорбции на атомно-абсорбционном спектрофотометре АА 7601 (Shimadzu): кадмий по ГОСТ 26933-86, свинец по ГОСТ 26932-86, мышьяк – ГОСТ 26930-86, ртуть по ГОСТ 26927-86. Содержание хлорорганических пестицидов определяли методом газохроматографии на газовом хроматографе Shimadzu GC-9A: ГХЦГ – МР23-03/12-402, п.1; ДДТ и метаболиты – МЗ СССР 11.07.90.

Результаты исследований общего химического состава сырья представлены в табл. 3.

Таблица 3

**Общий химический состав хамсы осенне-зимнего сезона вылова**

Наименование объекта	Содержание, %			
	Влага	N <sub>об</sub> ×6,25	Жир	Зола
Хамса	65,2±0,5	15,5±0,5	17,0±0,5	2,3±0,5

Анализируя данные общего химического состава сырья, можно сказать, что хамса характеризуется высоким содержанием белка – до 15,5. Также можно отметить высокое содержание в сырье жира (до 17,0%), что потребует поиска способа снижения его содержания в готовом продукте. Высокое значение содержания в сырье золы (2,3%) объясняется тем, что для получения фарша была использована целая рыба, в связи с этим конечный продукт (кормовая мука) будет обогащен минеральными веществами. [2]

Для определения качественного состава белков в сырье (фарш из хамсы) был изучен фракционный состав азотистых веществ, представленный в таблице 4.

Таблица 4

**Фракционный состав азотистых веществ хамсы**

Наименование объекта	Азот*				
	общий	белковый	небелковый	полипептидный	аминокислот
Хамса	2,5/100	1,96/78,4	0,54/21,6	0,42/77,8	0,12/22,2

\* – в числителе данные по содержанию азота в %; в знаменателе – данные в % от общего и небелкового азота

Анализируя данные фракционного состава азотистых веществ белка в сырье следует отметить высокое содержание белкового азота (78,4%) и низкое содержание азота аминокислот (22,2%), что свидетельствует о хорошем качестве и свежести сырья [1,2].

С целью изучения качественного состояния липидов сырья проводились исследования по определению кислотного и перекисного чисел в жире хамсы. Результаты исследований представлены в таблице 5.

По показателям качества жира фарш из хамсы соответствует требованиям СанПиН 2.3.2.1078-01, что также указывает на свежесть сырья.

Показатели качества липидов фарша из хамсы

Наименование объекта	Кислотное число, мг КОН/г	Перекисное число, %I <sub>2</sub>
Черноморский анчоус (хамса)	3,6	8,6
Требования по СанПиН 2.3.2.1078-01	4,0	10,0

В результате проведения технологических экспериментов и последующего анализа экспериментальных данных было установлено, что мелкие виды рыб Азово-Черноморского бассейна (на примере хамсы) являются перспективным сырьем для получения из него кормовой рыбной муки вследствие довольно высокого содержания белка (15,5%). В связи с высоким содержанием жира (17,0%) и слабой мышечной структурой их переработка традиционным способом практически невозможна. Нами предлагается снижение процентного содержания жира в кормовом продукте путем обогащения рыбного сырья растительными компонентами, что также положительно сказывается на его функциональных свойствах.

Исследования качественного состава белков и липидов сырья, а также показателей безопасности позволяют сделать вывод о высокой кормовой и биологической ценности мелких рыб Азово-Черноморского бассейна осенне-зимнего сезона вылова.

### Литература

1. Алтатикова Л.С. Экономическая эффективность использования черноморской хамсы для производства муки и жира // Труды АЗЧЕРНИРО, 1963. – Вып. 21. – С. 63–73.
2. Боева Н.П. Технология кормовой муки из мелких рыб повышенной жирности // Рыбное хозяйство, 2002. – № 3 – С. 53–55.
3. Егорова Н.И. Разработка режимов приготовления кормовой муки из черноморской хамсы прессово-сушильным способом // Труды АЗЧЕРНИРО, 1967. – Вып. 25. – С. 62–70.

УДК 664.951

## РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ КОМБИНИРОВАННЫХ ПРОДУКТОВ НА ОСНОВЕ СЫРЬЯ ЖИВОТНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ И КОМПОЗИЦИЙ ИЗ ВОДОРΟΣЛЕЙ

*Н.Л. Корниенко, О.В. Бредихина, Л.Г. Черкасова*  
(Московский государственный университет прикладной биотехнологии, г. Москва)

*Основной тенденцией является создание натуральных продуктов функционального питания, обогащенных за счет внесения в них активной биомассы и создание композиции пробиотического назначения на основе водорослей.*

В условиях усложняющейся экологической обстановки, роста населения одним из приоритетных направлений становится обеспечение безопасности рациона и его соответствия изменяющимся потребностям человека с учетом медико-биологических критериев.

Для получения продуктов высокой пищевой ценности необходимо использовать комбинацию сырья животного и растительного происхождения. Возможность использования растительного сырья для производства продуктов функционального питания предопределена его высокими биологическими свойствами: повышенное содержание балластных веществ, витаминов и эссенциальных макро- и микронутриентов.

Создание пищевых композиций функционального назначения и продуктов из животного и растительного сырья на их основе, повышающих сопротивляемость организма неблагоприятным факторам окружающей среды и возможность снизить риск возникновения различных заболеваний.

При разработке пищевых композиций возрастает роль микроэкологического фактора, поскольку экологическая система – организм человека и его нормальная микрофлора – несут в себе элементы саморегуляции. Возрастает роль факторов, стимулирующих интенсивное развитие и функциональную устойчивость основных видов кишечной микрофлоры.

При подготовке животного сырья выявляют соотношение основных нутриентов поскольку недостаток того или иного субстрата или метаболита служит регулирующим фактором для жизнедеятельности нормофлоры человека.

Внесение в сырье растительных экстрактов, полисахаридов и пищевых волокон способствует интенсивному развитию молочно-кислых бактерий, занимающих особое место в нормофлоре человека. Они обладают антиканцерогенной и иммуномодулирующей активностью, участвуют в синтезе эссенциальных веществ. Разработаны новые виды пищевых композиций на основе водорослей, мидий с использованием пробиотических микроорганизмов. Каждый компонент несет определяющую физиологическую нагрузку. Входящие в состав композиции водоросли содержат пищевые волокна, (растворимые) микроэлементы, витамины, йод. Жировой составляющей композиции является комбинация полиненасыщенных жирных кислот  $\omega$ -3 и  $\omega$ -6, содержащихся в рыбном жире, что позволяет обогатить ими организм человека. А это положительно влияет на иммунную систему, свертываемость крови, способствует понижению артериального давления, оказывает направленное воздействие на механизмы обмена веществ, нормализацию видового состава микрофлоры ЖКТ, стабилизацию санитарно-гигиенического состава готовых продуктов.

УДК 621.81

## РАСЧЕТ МАШИНЫ ДЛЯ ПОСОЛА И МАССИРОВАНИЯ МЯСА МАРКИ СКАНИО

*В.В. Кравцов, И.В. Черных, Г.О. Заляева (КамчатГТУ)*

*В работе приведена методика конструктивного расчета машины для посола и массирования мяса, с учетом заданной производительности для обеспечения максимальной выработки, с целью повысить качество, пищевую ценность, товарные показатели и разнообразить ассортимент.*

Работа оборудования для созревания мяса выражается техническими и технологическими параметрами. К таким параметрам относятся [1, 2]:

- количество перерабатываемого сырья в единицу времени;
- параметры сырья и вырабатываемой продукции;
- габаритные размеры и масса оборудования;
- условия эксплуатации.

Для интенсификации процессов посола и созревания кускового сырья после шприцевания применяют механическое воздействие, которое способствует объемному распределению компонентов посольной смеси. Одним из возможных способов механического воздействия является массирование посоленного кускового сырья, которое достигается путем взаимного перемещения кусков мяса друг относительно друга и относительно стенок движущейся емкости [3].

В работе приведена методика конструктивного расчета машины для посола и массирования мяса. Цель работы – с учетом заданной производительности обеспечить максимальную выработку продукции с каждой тонны перерабатываемого сырья, повысить качество, пищевую ценность, товарные показатели, а также разнообразить ассортимент.

Изложена методика расчета степени однородности, продолжительности табулирования, производительности машины, мощности электродвигателя массажера [4].

Производительность аппарата для созревания мяса определяется по формуле:

$$P = \frac{V\tau_{CM}\rho}{\tau_c\tau_3\tau_p}, \quad (1)$$

где  $V$  – вместимость массажера  $V = 0,6 \text{ м}^3$ ;  $\tau_{CM}$  – продолжительность,  $\tau_{CM} = 3600 \text{ с}$ ;  $\tau_c$  – продолжительность пребывания продукта в аппарате, принимаем  $\tau_0 = 9000 \text{ с}$ ;  $\tau_3$  – время, расходуемое на загрузку продукта в аппарат, принимаем в среднем  $\tau_3 = 40 \text{ с}$ ;  $\tau_p$  – время, расходуемое на выгрузку продукта из аппарат, принимаем в среднем  $\tau_p = 45 \text{ с}$ ;  $\rho$  – плотность кускового мяса



в созревателе, для свинины данный показатель принимаем  $\rho = 1040 \text{ кг/м}^3$ ,

$$П = \frac{(0,6 \cdot 3600 \cdot 1040)}{9000 \cdot 40 \cdot 45} = 8,32 \text{ кг/мин.}$$

Теоретическая продолжительность массирования, необходимая для просаливания зависит от многих факторов:

- начальных и конечных свойств продукта;
- кинематических и геометрических характеристик аппарата;
- технологических требований к процессу и конечному продукту.

При созревании, целью процесса является получение равномерного распределения ингредиентов в объеме. Степень однородности  $\beta$  может быть определена по формуле:

$$\beta = \frac{b-a}{b} = 1 - \frac{a}{b}, \quad (2)$$

где  $b$  – заданная концентрация данного вещества в объеме;  $a$  – отклонение от заданной концентрации.

Отклонение определяют как среднеарифметическое замеров в нескольких точках перемешиваемой массы. При идеальном смешивании, полной равномерности распределения компонентов в объеме массы  $\beta = 1$ .

По Г.А. Куку, изменение концентрации при табулировании (перемешивании) может быть найдено по формуле

$$x = c(1 - e^{-k\tau}), \quad (3)$$

где  $x$  – текущее значение концентрации при смешивании;  $c$  – начальная концентрация;  $k$  – эмпирический коэффициент.

Из формулы Г.А. Кука следует, что процесс смешивания подчиняется логарифмической зависимости, и достижение полной равномерности требует бесконечно большой продолжительности. Поэтому в реальных условиях принимают  $\beta \leq 1$  из условий оптимизации процесса по технико-экономическим показателям.

Продолжительность табулирования мяса при заданной величине  $\beta$  зависит от многих факторов, в том числе от конструкции аппарата. Так, при равных условиях продолжительность табулирования в массажемах:

- пропорциональна объему перемешиваемого продукта

$$\frac{\tau_1}{\tau_{\text{под}}} = \sqrt[3]{\frac{V_1}{V_2}}; \quad (4)$$

- обратно пропорциональна частоте вращения барабана

$$\frac{\tau_1 \beta}{\tau_{\text{под}}} = \left( \frac{n_1}{n_2} \right)^3, \quad (5)$$

где  $\tau_1$  – продолжительность процесса,  $c$ ;  $\tau_{\text{под}}$  – продолжительность подготовительных операций  $c$ ;  $\beta$  – показатель смешиваемости для цельномышечных кусков мяса, принимаем  $\beta = 0,01 \div 0,06$ ;  $V_1$  – объем перемешиваемой массы сырья,  $V_1 = 0,6 \text{ м}^3$ ;  $V_2$  – объем посольной смеси  $V = 0,2 \text{ м}^3$ ;  $n_1, n_2$  – частота вращения лопасти и чаши,  $\text{об/с}$ ;  $s$  – эмпирический показатель степени, зависящий от конкретных условий процесса.

Продолжительность подготовительных операций складывается из времени потраченного на загрузку и выгрузку аппарата, а так же времени достижения установленного режима работы и находится по формуле

$$\tau_{\text{под}} = \tau_3 + \tau_p + \tau_{\text{уст}}, \quad (6)$$

где  $\tau_{\text{уст}}$  – продолжительность, необходимая для достижения установившегося режима, принимаем  $\tau_{\text{уст}} = 75 \text{ с}$ ,  $\tau_{\text{под}} = 40 + 45 + 75 = 160 \text{ с}$ .

Определяем продолжительность табулирования мяса по формуле:

$$\frac{\tau_1}{\tau_{\text{под}}} = \sqrt[3]{\frac{V_1}{V_2}}, \quad (7)$$

откуда,

$$\tau_1 = \sqrt[3]{\frac{V_1}{V_2}} \cdot \frac{\tau_{\text{под}}}{\beta}, \quad (8)$$

$$\tau_1 = \sqrt[3]{\frac{0,6}{0,2}} \cdot \frac{160}{0,025} = 9230,4 \text{ с.}$$

Мощность электродвигателя аппарата массажера при использовании цельномышечного мяса и посольной среды наиболее точно может быть найдена путем сложения необходимых мощностей на соответствующие механические операции по формуле:

$$N_{\text{эд}} = \frac{(N_1 + N_2 + N_3 + N_4)\eta_a}{\eta} \quad (9)$$

где  $N_1$  – мощность, необходимая для преодоления сопротивления среды,  $\kappa Bm$ ;  $N_2$  – мощность, затрачиваемая на преодоление трение в подшипниках,  $\kappa Bm$ ;  $N_3$  – мощность, необходимая для преодоления сил трения о стенки массажера,  $\kappa Bm$ ;  $N_4$  – мощность, затрачиваемая на выгрузатель, согласно паспортным данным  $N_4 = 4 \kappa Bm$ ;  $\eta$  – коэффициент запаса мощности,  $\eta = 1,1 \div 1,4 \kappa Bm$ .

Мощность, необходимая для преодоления сопротивления среды, не обладающей внутренним сцеплением, может быть найдена по формуле:

$$N_1 = \rho v z = \sigma f \omega z \quad (10)$$

где  $\rho$  – сила сопротивления среды, Н;  $v$  – скорость движения камеры, м/с  $z$  – число одновременно задействованных лопастей, согласно паспортным данным  $z = 12$  шт;  $\sigma$  – сопротивление среды, Па;  $f$  – площадь лобной поверхности лопасти,  $f = 0,250 \text{ м}^2$ ;  $\omega$  – угловая скорости вращения аппарата,  $\text{с}^{-1}$ .

Определяем сопротивление среды, не обладающей внутренним сцеплением по формуле:

$$\sigma = \varphi \rho h^n \text{tg}^2 \left( 45^\circ + \frac{\gamma}{2} \right) \quad (11)$$

где  $\varphi$  – коэффициент, зависящий от числа лопастей в аппарате, принимаем  $\varphi = 0,18 \text{ Н}$ ;  $\rho$  – плотность среды,  $\rho = 1040 \text{ кг} / \text{м}^3 [4]$ ;  $h$  – объем заполнения аппарата,  $h = 0,7 \text{ м}^3$ ;  $n$  – эмпирический показатель степени,  $n \leq 1$ ;  $\gamma$  – угол внутреннего трения среды,  $\gamma = 28^\circ$ ;

$$\sigma = 0,18 \cdot 1040 \cdot 0,7^{0,8} \text{tg}^2 \left( 45^\circ + \frac{28^\circ}{2} \right) = 4,08 \text{ Па.}$$

Определяем угловую скорость аппарата -  $\omega = \frac{\pi n}{30}$ :

где  $n$  – частота вращения барабана аппарата,  $n = 1,5 \div 15 \text{ об} / \text{мин}$ ;

$$\omega = \frac{3,14 \cdot 8}{30} = 0,84 \text{ с}^{-1}.$$

Определяем мощность  $N_1$ :

$$N_1 = 4,08 \cdot 0,25 \cdot 0,84 \cdot 12 = 10 \kappa Bm.$$

Определяем мощность  $N_2$ , необходимую для преодоления трения в подшипниках:

$$N_2 = \mu m g \pi D_{\text{cp}} \omega \quad (12)$$

где  $\mu$  – коэффициент трения продукта о стенки чаши,  $\mu = 0,12$ ;  $m$  – масса вращающихся частей машины (складывается из массы барабана аппарата и массы загружаемого продукта), при максимальной загрузке принимаем  $m = 650 \text{ кг}$ ;  $D_{\text{cp}}$  – средний диаметр по центрам подшипника, согласно технической документации на машину принимаем  $D_{\text{cp}} = 0,075 \text{ м}$ ,

$$N_2 = 0,12 \cdot 650 \cdot 9,81 \cdot 3,14 \cdot 0,075 \cdot 0,84 = 151,36 \text{ Вт.}$$

Расход мощности  $N_3$  на преодоление сил трения среды о стенки емкости может быть найдено по формуле [5]:

$$N_3 = \rho'_{cp} h \mu v_{cp} \quad (13)$$

где  $\rho'_{cp}$  – среднее гидростатическое давление среды на обечайку барабана, Па;  $v_{cp}$  – скорость движения среды относительно обечайки, принимаем данный показатель  $v_{cp} = 1$ .

Определяем среднее гидростатическое давление на обечайку:

$$\rho'_{cp} = 0,5 H \rho g, \quad (14)$$

где  $H$  – толщина слоя среды,  $H = 0,38$  м;

$$\rho'_{cp} = 0,5 \cdot 0,38 \cdot 1040 \cdot 9,81 = 1938,45.$$

Определяем мощность  $N_3$ :

$$N_3 = 1938,45 \cdot 0,7 \cdot 0,12 \cdot 1 = 162,82 \text{ Вт.}$$

Мощность  $N_4$  берем согласно технической документации,  $N_4 = 4000$

Определяем мощность электродвигателя массажера:

$$N_{эд} = \frac{(N_1 + N_2 + N_3 + N_4) \eta_a}{\eta}, \quad (15)$$

$$N_{эд} = \frac{(10000 + 151,36 + 162,82 + 4000) 1,1}{0,92} = 17,11 \text{ кВт.}$$

В результате расчета аппарата для посола и массирования мяса марки Сканио на основании используемой технологии были найдены следующие технические параметры:

- производительность аппарата,  $\Pi = 8,32$  кг / мин;
- теоретическая продолжительность табулирования мяса в аппарате,  $\tau_1 = 9230,4$  с;
- мощность электродвигателя массажера  $N_{эд} = 17,11$  кВт,

что подтверждает целесообразность установки данной машины в технологическую линию производства мясных деликатесов.

### Литература

1. Антипов С.Т. Машины и аппараты пищевых производств. В 2 кн. Кн. 1: Учеб. для вузов. Под ред. акад. РАСХН. В.А. Панфилова. – М.: Высш. шк., 2001. – 703 с.
2. Антипов С.Т. Машины и аппараты пищевых производств. В 2 кн. Кн. 2: Учеб. для вузов. Под ред. акад. РАСХН. В.А. Панфилова. – М.: Высш. шк., 2001. – 680 с.
3. Бредихин С.А. Технологическое оборудование мясокомбинатов. – М.: Колос, 1997. – 391 с.
4. Ивашов В.И. Технологическое оборудование предприятий мясной промышленности. Учебник для вузов. – М.: Колос, 2001. – 552 с.
5. Никитенко А.П. Процессы и аппараты пищевых производств. – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2003. – 169 с.
6. Остриков А.Н., Абрамов О.В. Расчет и конструирование машин и аппаратов пищевых производств. Учебник для вузов. – СПб.: ГИОРД, 2003. – 352 с.
7. Чубик Справочник по теплофизическим константам пищевых продуктов и полуфабрикатов. – М.: 1970. – 150 с.

## ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ СИСТЕМ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ

*К. Круглова, А.П. Лебедева, М.Д. Лебедев (КамчатГТУ)*

*В статье описываются современные комплексы различных программ направленных на совершенствование средств программного автоматизирования.*

С развитием производства человечество столкнулось с проблемой ускорения и его упрощения, вследствие чего на каждом этапе вводилось множество систем, модернизирующих производство. Одной из таких систем и является САПР. Со временем развитие САПР ускорилось благодаря скачку технического уровня развития человечества в направлении вычислительных машин. Это позволило в разы ускорить производство и выполнение чертежей и расчётов. Разнообразие программ, направленных на упрощение производственных процессов, с каждым годом становится всё больше. Как говорится спрос, рождает предложение. В этом докладе представлены несколько программ. Некоторые из них рассматриваются как универсальные для разных направлений производства. Примером могут служить AutoCAD и «T-FLEX CAD» (программный комплекс этих систем охватывает различные направления производства и быта). Другие программы направлены на решение конкретных задач на отдельно взятом производстве: APM GraphLite, «КОМПАС-3D», «T-FLEX CAD», SCAD Office, LVMFlow.

Краткое описание программ САПР.

«КОМПАС-3D» — система автоматизированного проектирования, разработанная компанией «АСКОН». Система позволяет реализовать классический процесс трехмерного параметрического проектирования — от идеи к ассоциативной объемной модели, от модели к конструкторской документации.

Основные направления «КОМПАС-3D»:

- система трехмерного твердотельного моделирования;
- универсальная система автоматизированного проектирования КОМПАС-График;
- модуль проектирования спецификаций.

AutoCAD (англ. Computer-Aided Design) — 2- и 3-мерная система автоматизированного проектирования и черчения, разработанная компанией Autodesk и на начальных этапах существования этой фирмы — основа её бизнеса. AutoCAD является наиболее распространённой САПР в мире благодаря средствам черчения.

Популярность AutoCAD в мире обусловлена весьма развитыми средствами разработки и адаптации, которые позволяют создавать следующие специализированные приложения:

- AutoCAD Mechanical,
- AutoCAD Electric,
- AutoCAD Architecture,
- GeoniCS,
- Promis-e,
- PLANT-4D,
- AutoPLANT,
- СПДС GraphiCS,
- MechaniCS

Всего в мире насчитывается более 10000 коммерческих продуктов, основанных на AutoCAD.

APM GraphLite – плоский графический редактор с возможностью создания параметрических моделей. Lite-версия редактора идентична рабочей версии модуля APM Graph за исключением одного: в этой версии закрыт доступ к базам данных по стандартным элементам машин и конструкций.

«T-FLEX CAD» — система автоматизированного проектирования, разработанная компанией «Топ Системы» с возможностями параметрического моделирования и наличием средств оформления конструкторской документации согласно системе стандартов ЕСКД. Система работает на основе геометрического ядра Parasolid.

«T-FLEX CAD» является ядром комплекса «T-FLEX CAD/CAM/CAE/CAPP/PDM» – набора средств для решения задач технической подготовки производства в различных отраслях промышленности. Комплекс объединяет системы для конструкторского и технологического проектирования, модули подготовки управляющих программ для станков с ЧПУ и инженерных расчётов. Все программы комплекса функционируют на единой информационной платформе системы технического документооборота и ведения состава изделий.

В состав комплекса «T-FLEX CAD/CAM/CAE/CAPP/PDM» входят программы для конструкторской подготовки производства, библиотеки параметрических элементов, технологическая подготовка производства, расчётные системы, прикладные системы, документооборот.

Программы для конструкторской подготовки производства:

- «T-FLEX CAD 3D» (трёхмерное параметрическое твердотельное моделирование);
- «T-FLEX CAD 2D» (параметрическое черчение и моделирование);
- «T-FLEX CAD LT» (автоматизация черчения);
- «T-FLEX CAD 3D SE» (подготовка чертежей по 3D-моделям).

Библиотеки параметрических элементов:

- «T-FLEX Печатные платы» (конвертор из электронных САПР).

Технологическая подготовка производства:

- «T-FLEX Технология» (проектирование технологических процессов);
- «T-FLEX Нормирование» (техническое нормирование);
- «T-FLEX ЧПУ» (подготовка программ для станков с ЧПУ);
- «T-FLEX NC Tracer» (имитация процесса обработки деталей).

Расчётные системы:

- «T-FLEX Анализ» (конечно-элементный анализ);
- «T-FLEX Динамика» (динамический анализ механических систем);
- «T-FLEX Расчёты» (зубчатые передачи);
- «T-FLEX Пружины» (конструирование упругих элементов).

Прикладные системы:

- «T-FLEX ИС» (инженерный справочник);
- «T-FLEX Раскрой» (оптимизация раскроя листового материала);
- «T-FLEX Штампы» (проектирование оснастки штампов);
- «T-FLEX Пресс-формы» (проектирование оснастки пресс-форм).

Документооборот:

- «T-FLEX DOCs» (управление проектами и документооборотом).

SCAD Office — программный комплекс нового поколения, позволяющий провести расчет и проектирование стальных и железобетонных конструкций.

Система SCAD Office представляет собой набор программ, предназначенных для выполнения прочностных расчетов и проектирования строительных конструкций различного вида и назначения.

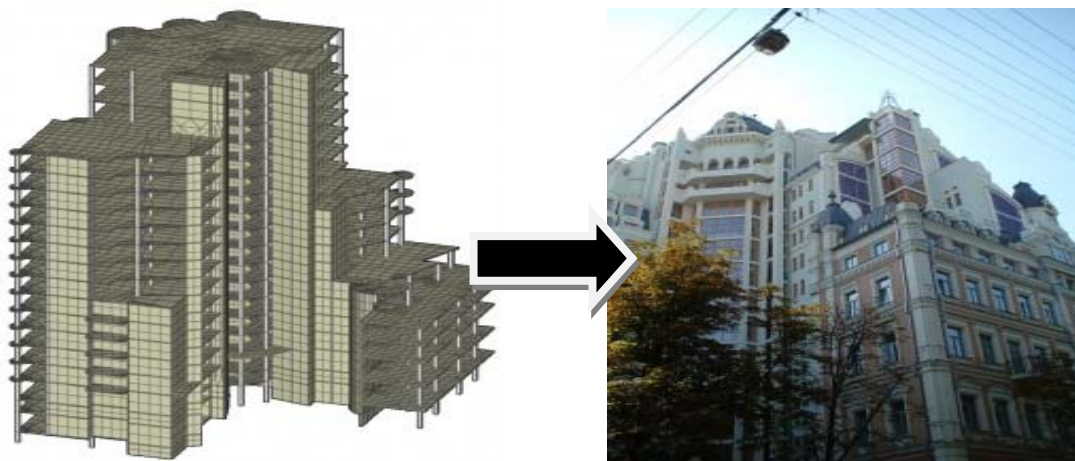


Рис. 1. Пример построения здания в программном комплексе "SCAD Office" и фотография построенного здания

LVMFlow — профессиональная САМ-система трехмерного моделирования литейных процессов, реализующая широкий спектр технологий в литейном производстве, позволяющая автоматизировать рабочее место технолога-литейщика, а также сократить затраты времени и средств на подготовку новых изделий.

Способы литья, используемые в программе LVMFlow:

- литье по выплавляемым моделям;
- литье в землю;
- литье в кокиль;
- литье в изложницу;
- литье под давлением.

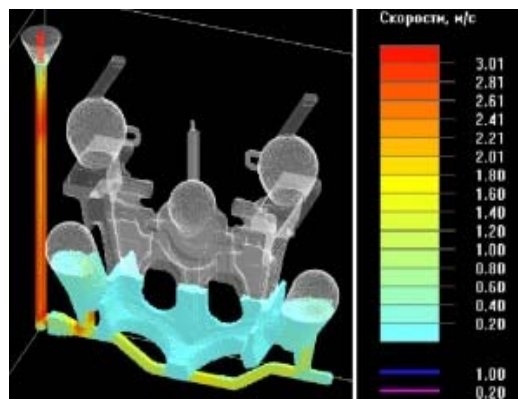


Рис. 2. Сложная программа заливки через несколько литников

Несмотря на многообразие программного обеспечения, множество сфер жизнедеятельности человека всё ещё остаётся неохваченным и требует соответствующего программного обеспечения. В свою очередь уже имеющиеся программные средства САПР модифицируются и прогрессируют, расширяя сферу своего применения. В то же время некоторые из них, наоборот, приобретают узкий профиль и наиболее полно предоставляют возможности по работе в данном направлении. ПО САПР за последнее время доказало свою актуальность и необходимость, поэтому в дальнейшем ждём развития ПО и появления новых разработок.

### Литература

1. Никулин Е. Компьютерная геометрия и алгоритмы графики машиностроения. – СПб.: БХВ – Петербург, 2004. – 560 с.
2. Дорот В., Новиков Ф. Толковый словарь современной компьютерной лексики, 2-е изд. – СПб.: БХВ – Петербург, 2004. – 512 с.
3. Полищук Н., Савельев В. Самоучитель AutoCAD 2011. – СПб.: БХВ – Петербург, 2010. – 544 с.

УДК 664.951

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ БАКТЕРИАЛЬНОЙ ОБСЕМЕНЕННОСТИ РЫБНОГО ФАРША

*И.В. Кузьмина, О.О. Попова, (КамчатГТУ)*

*В статье приведены некоторые данные литературных источников по особенностям химического состава рыбного сырья и его микрофлоре. Приведены результаты собственных исследований КМАФАнМ рыбных фаршей.*

Пищевые продукты из гидробионтов – высококачественные продукты питания, способствующие укреплению здоровья, повышению работоспособности человека, профилактике старения и серьёзных заболеваний. Благодаря высокой пищевой и биологической ценности, вкусовым свойствам рыба широко применяется в повседневном рационе, а также в детском и диетическом питании. По пищевой ценности мясо рыбы не уступает мясу теплокровных животных, а во многих отношениях даже превосходит его.

Химический состав рыбного сырья, особенно морского и океанического происхождения, характеризуется несколько большим содержанием белка, чем мясо наземных животных. В рыбе и морепродуктах содержатся крайне необходимые для человека соединения – незаменимые аминокислоты, в том числе лизин и лейцин, незаменимые жирные кислоты, включая уникальные эйкозапентаеновую и докозагексаеновую, жирорастворимые витамины, микро- и макроэлементы в благоприятных для организма человека соотношениях. Особое значение имеет метионин,

относящийся к липотропным противосклеротическим веществам. По содержанию метионина рыба занимает одно из первых мест среди белковых продуктов животного происхождения. Благодаря присутствию аргинина и гистидина, а также высокому коэффициенту эффективности белков (для мяса рыбы он составляет 1,88–1,90, а для говядины – 1,64) рыбопродукты весьма полезны для растущего организма. Белок рыбы отличается хорошей усвояемостью. По скорости переваримости рыбные и молочные продукты идентичны и занимают первое место. Азотистые экстрактивные вещества играют весьма заметную роль в пищеварении, воздействуя на нервные окончания пищеварительных органов, они вызывают выделение пищеварительных соков [1, 3, 4, 6].

К рыбам, жир которых богат полиненасыщенными жирными кислотами, относятся в первую очередь сардины, иваси, скумбрия, мойва, сельдь, а также некоторые другие виды рыб, традиционно используемые в питании человека. По интегральному скору рыба удовлетворяет суточную потребность человека в животных белках на 7–24%, в жирах – на 0,1–12%, в том числе в полиненасыщенных жирных кислотах – на 0,1–18%.

Целебное действие жирорастворимых витаминов А и D было известно давно. Особенно большое количество витаминов А и D содержится в жире печени рыб. Витамином А богат в первую очередь жир печени морских рыб – тресковых (треска, пикша, минтай и др.), морского окуня, скумбрии и многих других. Содержание витамина D в печени рыб колеблется от 60 до 360 мкг%.

Водорастворимые витамины группы В при обычных способах обработки рыбы в значительной мере сохраняются. В процессе варки рыбы некоторая часть содержащихся в ней водорастворимых витаминов переходит в бульон, в связи с чем его целесообразно использовать для пищевых целей. Особенно много витаминов группы В в темном мясе атлантической скумбрии, сардины, тунцов (20 мкг на 100 г).

Рыбные продукты – ценный источник минеральных веществ. С целью обогащения продуктов минеральными веществами рекомендуются методы обработки, направленные на комплексное использование всех частей тела рыбы, в том числе костей, в которых содержание минеральных веществ выше, чем в других тканях. Рыба богата калием, кальцием, магнием, фосфором, хлором, серой. Содержание фосфора в мясе рыб составляет в среднем 0,20–0,25%. Особенно большое физиологическое значение имеют содержащиеся в рыбе в очень малых количествах такие элементы, как железо, медь, йод, бром, фтор и др. С помощью рыбы можно удовлетворить потребность организма в железе на 25%, фосфоре – на 50–70, магнии – на 20%. Морепродукты являются богатым источником йода. В среднем в пресноводных рыбах содержится 6,6 мкг йода на 100 г сухого вещества, в проходных – 69,1 мкг, в полупроходных – 26 мкг, в морских – 245 мкг [5, 1, 3].

Исследованиями ученых установлено, что преобладание в рационе эскимосов рыбы и других морепродуктов – основная причина отсутствия у них заболеваний, связанных с образованием тромбов в кровеносных сосудах. Эскимосы почти не болеют инфарктом, инсультом, псориазом, склерозом, что ученые объясняют большим потреблением жира рыб. Рыбные жиры обладают свойством оставаться жидкими при низких температурах, чем приближаются к жирам человека, а значит, лучше усваиваются. Весьма ценным свойством жиров рыб является невысокое содержание *холестерина*. В рыбе и морепродуктах содержится особый вид *жирных кислот*, омега-3, которые помогают поддерживать артерии в здоровом состоянии, нормализуют давление, разжижают кровь. Именно поэтому у людей, регулярно употребляющих рыбу, реже случаются сердечные приступы и инфаркты.

Рыба очень полезна для диабетиков. Мясо рыб содержит аминокислоту таурин, которая стимулирует выделение инсулина, регулирующего уровень сахара в крови. Наиболее богаты таурином кальмары, креветки, криль, морской окунь, треска, тунцы и другие океанические рыбы.

Рыба помогает снизить вероятность появления астмы. Имеются свидетельства того, что у детей, которые более одного раза в неделю едят рыбу, особенно рыбу с высоким содержанием жира, заболевание астмой наблюдается реже, чем у детей, которые редко едят рыбу и рыбопродукты [3, 7, 8].

Вряд ли можно указать оптимальное количество потребления рыбы, подходящее для всех. Но в любом случае, наличие рыбы и морепродуктов в рационе не только укрепит организм человека, но и послужит профилактикой многих заболеваний.

Несмотря на большое сходство в химическом составе с мясом, рыба и рыбные продукты менее стойки к воздействию микробов по сравнению с мясом наземных животных. Объясняется это более высокой степенью обсеменения рыбы, спецификой микрофлоры, в значительной части являющейся холодолюбивой. Попадая в условия более высокой температуры после вылова рыбы, эта микрофлора чрезвычайно быстро развивается.

Рыба чаще сохраняется целиком. Поверхность ее покрыта слоем слизи, служащей для множества находящихся в ней микробов хорошей питательной средой. Также огромное количество микробов находится в кишечнике рыбы, в большинстве случаев не удаляемом. Оттуда после гибели рыбы микробы легко попадают в ткани. Поэтому порча рыбы может происходить одновременно с поверхности и изнутри.

Очень быстро развиваются микроорганизмы, находящиеся в жабрах. Имеет значение и то обстоятельство, что выявление больных экземпляров рыб в улове и их удаление затруднены. Такие экземпляры могут создавать очаги порчи при хранении массы рыбы. Обильно обсеменяется рыба различной микрофлорой и при разделке, переработке и хранении.

В состав микрофлоры рыбы чаще всего входят микрококки, сарцины, споровые и бесспорные палочки, в том числе и гнилостные.

В результате действия протеолитических ферментов микроорганизмов на белки рыб образуются аммиак, триметиламины, сероводород, индол и ряд других неприятно пахнущих веществ. Порча рыбы идет тем быстрее, чем выше температура.

Микроорганизмы распространены повсеместно, они вызывают порчу продуктов питания. При производстве пищевых продуктов всегда устанавливается максимально допустимый уровень их обсемененности, что обеспечивает сохранение надлежащего качества продукта в течение всего установленного срока хранения. Поэтому при выпуске нового продукта немаловажно определять обсемененность продукта.

Формованные рыбные продукты получают на основе непромытого рыбного фарша и промытого фарша – сурими. Для производства фарша лучше всего использовать рыбу с невысоким содержанием липидов и белым цветом мяса. Для приготовления фарша используют рыбу-сырец и охлажденную рыбу по качеству не ниже первого сорта. Рекомендуется на производство фарша направлять рыбу до наступления или после завершения стадии посмертного окоченения. Разделяют рыбу на филе, тушку обезглавленную, пласт. Способ предварительной разделки значительно влияет на качество фарша. Лучшим является фарш, полученный из филе.

В процессе приготовления фарша рыба обильно обсеменяется. Нами была поставлена задача сравнить обсемененность промытого и непромытого рыбного фарша.

Для исследования использовали промытый и непромытый фарш, приготовленный из охлажденной рыбы. В ходе исследования проводили определение мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов (МАФАНМ) [2].

Метод микробиологического анализа по определению количества мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов основан на подсчете колоний, выросших на питательных средах при термостатировании посевов при температуре  $36\pm 1^\circ\text{C}$  с образованием колоний в течение 24 ч.

В качестве питательной среды в исследовании использовали рыбопептонный агар. Для его приготовления вначале готовили рыбную воду. Для этого очищенное от костей и кожи мясо минтая пропускали через мясорубку, заливали холодной водопроводной водой из расчета  $1\text{ дм}^3$  воды на 500 г фарша. Затем смесь фарша с водой медленно нагревали до кипения и кипятили в течение 1,5 ч. Для определения готовности рыбную воду фильтровали через бумажный фильтр (если жидкость прозрачная, то вода считается готовой). Затем жидкость процеживали через полотно, сюда же отжимали весь сок из вареного фарша, доливали водой до первоначального объема, разливали в посуду и стерилизовали при температуре  $121\pm 1^\circ\text{C}$  в течение 20 мин.

Приготовленную рыбную воду использовали для приготовления рыбопептонного бульона. К  $1\text{ дм}^3$  рыбной воды добавили 10 г пептона, 5 г хлорида натрия. Устанавливали pH 7,0–7,2, кипятили, фильтровали через бумажный фильтр, стерилизовали при температуре  $121\pm 1^\circ\text{C}$  в течение 20 мин.

Затем переходили к приготовлению рыбопептонного агара. Для этого к  $1\text{ дм}^3$  рыбопептонного бульона добавляли 15–20 г агара и кипятили на слабом огне при постоянном помешивании до полного растворения агара. Стерилизовали при температуре  $121\pm 1^\circ\text{C}$  в течение 20 мин.

После приготовления рыбопептонного агара переходим к посеву. В качестве исследуемого материала использовали фарш минтая промытый и непромытый. Навески промытого и непромытого фарша в количестве 10 г помещали в колбы емкостью  $250\text{ см}^3$ , в которых находилось  $90\text{ см}^3$  стерильного физиологического раствора, и тщательно перемешивали. Взвесь отстаивали в течение 5 мин. Надосадочную жидкость использовали для приготовления последующих разведений. Затем  $1\text{ см}^3$  надосадочной жидкости переносили пипеткой в пробирку с  $9\text{ см}^3$  стерильного физиологического раствора и, не прикасаясь к поверхности жидкости в этой пробирке, пере-



мешивали. Той же пипеткой в чашку Петри внесли 1 см<sup>3</sup> надосадочной жидкости. Затем новой стерильной пипеткой содержимое в количестве 1 см<sup>3</sup> переносили в следующую пробирку и чашку Петри. Всего было произведено по 3 разведения каждой пробы. После этого чашки Петри заливали расплавленным и охлажденным до 45°C рыбопептонным агаром, перемешивали. После застывания агара чашки Петри переворачивали вверх дном и помещали в термостат при температуре 36±1°C на 24 ч. После термостатирования проводили подсчет выросших колоний.

В ходе проведенных исследований были получены следующие результаты. Обсемененность МАФАНМ рыбного фарша до технологической обработки составляла десятки тысяч КОЕ/г. После тщательного промывания чистой водой, количество микроорганизмов снизилось в среднем на порядок. Обсемененность промытого фарша минтая составила 1,6·10<sup>4</sup> КОЕ /г, в то время как обсемененность непромытого фарша – 1,5·10<sup>5</sup> КОЕ/г.

Таким образом, в результате проведенных исследований можно сделать вывод, что для приготовления формованных рыбных продуктов лучше и целесообразнее использовать промытый рыбный фарш, так как он обладает меньшей обсемененностью, что положительно отразится на качестве и продолжительности хранения готовых изделий.

### Литература

1. Артюхова С.А., Богданов В.Д. и др. Технология продуктов из гидробионтов.– М.: Колос, 2001. – 504 с.
2. ГОСТ 10444.15. Продукты пищевые. Методы определения количества мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов. – Минск: Изд-во стандартов, 1995. – 8 с.
3. Квасницкая А.А., Липатенко Л.В. Разработка технологий быстрозамороженных полуфабрикатов из кальмара и рыб пониженной товарной ценности // Новые белковые продукты на основе гидробионтов: Сб. науч. тр. – М.: ВНИРО, 1989. – С. 138 – 142.
4. Петровский К.С. Азбука здоровья: о рациональном питании человека. – М.: Знание, 1982. – 306 с.
5. Толстогузов В.Б. Роль химии в разработке перспективных методов получения пищевых продуктов. - М.: Знание, 1985. – 48 с.
6. Химический состав пищевых продуктов / Под. ред А.А. Покровского. – М.: Пищ. пром.-сть, 1976. – 228 с.
7. Химический состав пищевых продуктов / Под ред. И.М. Скурихина, М.Н. Волгарёва. – М.: Агропромиздат, 1987. – 360 с.
8. Ярочкин А.П. Пищевой фарш из мелких рыб / А.П. Ярочкин, ВФ. Михалева, Т.М. Бойцова, Ю.С. Коростылев / Рыбное хоз-во. – 1986. – № 5. – С. 64–66.

УДК 664.951.001

## СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ СОХРАНЕНИЯ КАЧЕСТВА ИКРЫ

*Ю.В. Кузьмичев (КамчатГТУ)*

*Приведена краткая характеристика лососевой икры как источника ценных пищевых веществ. Обозначены проблемы сохранения качества готовой продукции. Проведен анализ влияния некоторых применяемых в икорном производстве консервантов на качество продукции и на организм человека. Показаны результаты определения показателей качества и безопасности лососевой зернистой икры, изготовленной с внесением альтернативного консерванта.*

Рыбная промышленность является основным звеном в хозяйстве Камчатки. Это определяет важнейшее значение рационального использования сырьевой базы, технологического уровня переработки рыбного сырья, что самым прямым образом влияет на эффективность и устойчивость функционирования всего рыбохозяйственного комплекса Камчатского полуострова.

Водные биологические ресурсы – основное естественное богатство Камчатки. По своим масштабам, видовому разнообразию, а в ряде случаев и уникальности биологические ресурсы прикамчатских вод и внутренних водоемов области представляют собой значительную часть на-

ционального богатства страны.

Всего в прикамчатских водах обитает более 2 тысяч видов различных гидробионтов, из которых около 300 относится к категории промысловых [10].

Исторически первым объектом сырьевой базы развития рыбной промышленности на Камчатке послужили тихоокеанские лососи. Это определило прибрежный и сезонный характер промысла и относительно небольшие масштабы предприятий, их разбросанность по приустьевым участкам нерестовых рек всего побережья Камчатки. Последнее обусловило здесь своеобразие состава предприятий отрасли.

Рыбоперерабатывающие предприятия Камчатки выпускают широкий ассортимент продукции из тихоокеанских лососей: мороженую рыбу различных способов разделки, фарш, стерилизованные консервы, пресервы, продукцию холодного и горячего копчения, икорную продукцию и др.

Одним из традиционных ценных видов продукции является лососевая зернистая икра. Икра рыб – высокоценное пищевое сырье, содержащее значительно больше белковых веществ, липидов и меньше воды, чем мышечная ткань рыб. В икре лососевых количество белка достигает 26–32%, в то время как, например, в икре минтая белка содержится 15–20% [1]. Содержание липидов в икре лососевых достигает 11–16% в сравнении с 1–4% других видов рыб [11].

Основным способом консервирования икры рыб является посол. В связи с тем, что икра практически не может обрабатываться в производственных условиях строго асептически, для сохранения качества слабосоленой зернистой икры при ее хранении в нее вводят антисептики.

Не применяя антисептические средства, получить достаточно стойкий продукт без заметной потери при этом природных высокогастрономических свойств икры рыб практически невозможно. Для длительно хранившейся соленой зернистой икры наиболее частым и характерным пороком является скисание, причиной которого всегда является повышенное бактериальное загрязнение [9].

При изготовлении икры без антисептиков необходимо повышать ее соленость, что значительно снижает ее гастрономические достоинства и делает продукт далеко не полезным для организма.

В соответствии с требованиями ГОСТ 1629 [2] и ГОСТ 18173 [3], для зернистой лососевой икры в качестве антисептиков применяют сорбиновую кислоту в количестве не более 0,1%, уротропин – не более 0,1%. В соответствии с ГОСТ Р 52336 [4], применяют сорбиновую кислоту не более 0,2% от массы готовой икры или пищевую добавку «Варэкс-2» в том же количестве. Для пробойной соленой икры (всех видов рыб, кроме осетровых и лососевых) по ГОСТ 1573 [5] в качестве антисептика добавляют бензойнокислый натрий (БКН) не более 0,1% от массы икры.

Присутствие антисептиков в икре позволяет увеличить сроки хранения за счет предотвращения развития характерной микрофлоры, но сводит «на нет» всю ценность химического состава самой икры. Хотя, по мнению многих исследователей, рациональное применение консервантов, прошедших медико-биологические испытания и технологическую проверку, – меньший риск, чем полный отказ от них.

Учитывая разное отношение отдельных консервантов к плесневым грибам, дрожжам и бактериям, в ряде случаев целесообразно использовать смеси нескольких консервантов, основанные на расширении спектра антимикробного действия. Практика показывает, что в основном имеют место эмпирический поиск и попытка применения консервантов, используемых в смежных отраслях пищевой промышленности. Однако известно, что универсального консервирующего препарата нет, так как свойства пищевого продукта и характер его изменений при хранении индивидуальны. Различен и механизм действия консервантов. Поэтому подбор их должен осуществляться с учетом, как свойств продукта, так и свойств консерванта.

В разное время для приготовления икры предлагались и использовались разные консерванты: бура, уротропин, низин, бензойнокислый натрий, бензойная кислота, аскорбинат натрия, сорбиновая кислота, многокомпонентные пищевые добавки серии ЛИВ, смесь хитозана с сорбиновой кислотой и антибиотиком, «Варэкс-1», «Варэкс-2», «Коралл-1», «Коралл-2». Применяемые консерванты и их воздействие на продукт и на организм человека приведены в таблице 1.

Таблица 1

**Икорные антисептики и их воздействие на продукт и на организм человека**

Икорный антисептик	Воздействие на икру	Воздействие на организм человека
1	2	3
Тетраборнокислый	Разжижение икры, изменение вкуса	Канцерогенное действие

1	2	3
Уротропин (гексаметиленetetрамин)	В процессе хранения икры с изменением pH от 6,4 до 6,2–6,0 уротропин разлагается на аммиак и формальдегид	В организме человека, уротропин разлагается на аммиак и формальдегид, который является сильно токсичным веществом. Формальдегид блокирует ферментолиз белков и стимуляцию гормона, возбуждающего секрецию поджелудочной железы. Кроме того, нарушается усвоение витамина B12
Низин (антибиотик)	–	Способен накапливаться в организме
Бензойнокислый натрий (БКН) и бензойная кислота	Противоплесневое, противогниlostное действие, кисловатый вкус	Не накапливается в организме
Аскорбинат натрия	Кисловатый вкус	–
Сорбиновая кислота	Предотвращает рост дрожжей и плесени	Способна угнетать некоторые ферментативные системы, например, каталазу, в результате чего в клетке накапливается перекись водорода, способная связываться с ДНК и вызывать ее повреждение.
Многокомпонентная добавка серии ЛИВ (ЛИВ-7)	Сохраняет питательную ценность икры лососевых, ее органолептические свойства, цветовую гамму. Трудности при внесении в икру	Негативное действие не отмечено
Смесь хитозана с сорбиновой кислотой и антибиотиком	Сочетает действие сорбиновой кислоты и низина	Сочетает действие сорбиновой кислоты и низина
Многокомпонентная добавка «Варэкс-2»	Позволяет хранить зернистую икру в банках при температуре от 2 до 4°C не более 12 мес. при содержании поваренной соли в готовом продукте 3,0–5,0%. Вызывает активное отделение желточной массы при внесении в икру	Многими отмечен неприятный «лекарственный» привкус. Разработчик отмечает «безвредность» для организма

Длительное время в качестве антисептиков для зернистой икры использовали тетраборнокислый натрий (буру) и борную кислоту, причем в количестве 0,3% от массы икры. Однако добавление буры, с одной стороны, способствовало разжижению готовой продукции, изменению вкуса, с другой стороны, встречало резкие возражения гигиенистов. Работы по замене буры проводились в 1961–1963 гг. в ТИНРО. И еще в 70-е годы прошлого века употребление буры и борной кислоты было запрещено ввиду обнаружения у них канцерогенных свойств.

Консервант ЛИВ-7 был предложен ТУ 9199-007-58580657 «Комплексная пищевая добавка – консервант ЛИВ-7». Эта добавка сохраняет питательную ценность икры лососевых, ее органолептические свойства, цветовую гамму, а также обеспечивает микробиальную безопасность на протяжении 12 мес. при температуре от минус 4 до минус 6°C.

Внесение в икру лососевых рыб бензойнокислого натрия, бензойной кислоты и аскорбината натрия придавали икре кисловатый вкус.

Сорбиновая (2,4-гексадиеновая) кислота эффективно предотвращает рост дрожжей и плесени на многих пищевых продуктах [6, 7]. В больших концентрациях может проявлять фунгицидные свойства при pH 4,5. Сорбиновая кислота и ее водорастворимые соли не ухудшают внешнего вида, цвета, вкуса икры. Однако при поступлении в организм сорбиновая кислота способна угнетать некоторые ферментативные системы, например, каталазу, в результате чего в клетке накапливается перекись водорода, способная связываться с ДНК и вызывать ее повреждение.

Уротропин (гексаметиленetetрамин) стал применяться в качестве консерванта в 20-х годах прошлого века в некоторых странах северной Европы. В нашей стране уротропин стал применяться в соответствии с ГОСТ с 1972 г. В некоторых других странах, например, в США, он был запрещен из-за предполагаемой в то время токсичности [8]. В процессе хранения икры с изменением pH от 6,4 до 6,2–6,0, а также в организме человека, уротропин разлагается на аммиак и формальдегид, который является сильно токсичным веществом. Формальдегид блокирует ферментолиз белков и стимуляцию гормона, возбуждающего секрецию поджелудочной железы. Кроме того, нарушается усвоение витамина B<sub>12</sub>, без которого невозможно нормальное созревание эритроцитов крови. В 2008 г. были введены в действие дополнения и изменения к СанПиН в

части исключения применения уротропина при производстве икорной продукции. Альтернатива не была предложена. В настоящее время в качестве альтернативы предлагается БКН.

Консервирующее действие БКН заключается в изменении pH, в результате чего создаются неблагоприятные условия для развития микроорганизмов. Бензойная кислота в форме бензойнокислого натрия применяется и как компонент, обладающий противогрибковым действием. БКН представляет собой почти бесцветное кристаллическое вещество с очень слабым запахом, хорошо растворяющееся в воде. Бензойная кислота практически не накапливается в организме человека. Она входит в состав некоторых плодов и ягод как природное соединение. В небольших количествах бензойная кислота образует с глицином гиппуровую кислоту и полностью выделяется с мочой [8].

Предлагаемая ГОСТ Р 52336 пищевая добавка «Варэкс-2» позволяет хранить зернистую икру в банках при температуре от 2 до 4°C не более 12 мес. при содержании поваренной соли в готовом продукте 3,0–5,0%. К сожалению, в ГОСТ Р 52336 отсутствует указание нормативного документа на пищевую добавку «Варэкс-2». Единственная известная нам информация заключается в том, что добавка разработана ООО «ВЕСТА-ВАР». Природа «Варэкс-2» остается «коммерческой тайной». Этот факт вызывает бурные обсуждения на страницах газет, журналов в Интернет-форумах.

ГОСТ 18173 на икру лососевую зернистую баночную и ГОСТ 1629 на икру бочковую, а также ТИ № 80 по изготовлению лососевой зернистой икры предусматривают изготовление икры без антисептиков по требованию потребителя. Но при этом сроки хранения бочковой икры сокращаются с 8 до 2 мес., а баночной – с 12 до 4 мес.

Разработан и утвержден ГОСТ Р 53353 «Икра лососевая зернистая замороженная», предусматривающий производство икры без антисептиков с применением средства биологического принципа консервирования – криоанабиоза.

**Целью** наших исследований являлось определение показателей качества и безопасности икры, изготовленной с использованием консерванта бензойнокислого натрия.

**Объектами** исследований являлись следующие образцы икры, изготовленные по ТУ 9264-012-26191641-02 «Икра зернистая дальневосточных лососевых рыб соленая»:

- икра зернистая горбуши, изготовленная 27 июля 2010 г.;
- икра зернистая кеты, изготовленная 9 августа 2010 г.

Анализы проводились для икры кеты через 20 сут после изготовления, а для икры горбуши – через месяц с даты изготовления. Результаты оценки качества икры приведены в таблице 2.

Таблица 2

Результаты органолептической оценки показателей качества икры

Наименование показателя	Икра зернистая кеты	Икра зернистая горбуши	Норма, ПДК
Органолептические показатели			
1	2	3	4
Внешний вид	Икра одного вида рыбы, однородного цвета. Икринки чистые, целые, без пленки и сгустков крови	Икра одного вида рыбы, однородного цвета. Икринки чистые, целые, без пленки и сгустков крови	Икра одного вида рыбы, однородного цвета. Икринки чистые, целые, без пленки и сгустков крови
Консистенция	Икринки упругие, со слегка влажной поверхностью, отделяющиеся одна от другой	Икринки упругие, со слегка влажной поверхностью, отделяющиеся одна от другой	Икринки упругие, со слегка влажной поверхностью, отделяющиеся одна от другой
Запах	Приятный, свойственный данному виду продукции, без порочащих признаков	Приятный, свойственный данному виду продукции, без порочащих признаков	Приятный, свойственный данному виду продукции, без порочащих признаков
Вкус	Приятный, свойственный данному виду продукции, без порочащих признаков	Приятный, свойственный данному виду продукции, без порочащих признаков	Приятный, свойственный данному виду продукции, без порочащих признаков
Физико-химические показатели			
Массовая доля поваренной соли, %	3,6	3,48	3,5–6,0
Массовая доля сорбиновой	0,08	0,07	Не более 0,1

кислоты, %			
Массовая доля БКН, %	0,08	0,09	Не более 0,1

Окончание табл. 2

1	2	3	4
Микробиологические показатели			
КМАФАММ, КОЕ/г	$2,4 \times 10^4$	$2,5 \times 10^4$	Не более $1 \times 10^5$
БГКП (колиформы) в 1 г продукта	Не обнаружены	Не обнаружены	Не допускаются
<i>Staphylococcus aureus</i> в 1 г продукта	Не обнаружены	Не обнаружены	Не допускаются
Сульфитредуцирующие кластридии в 1 г продукта	Не обнаружены	Не обнаружены	Не допускаются
Патогенная микрофлора в 25 г продукта	Не обнаружены	Не обнаружены	Не допускаются
Плесени / дрожжи, КОЕ/г	Менее $1 \times 10^1 / 2,0 \times 10^2$	Менее $1 \times 10^1 / 1,6 \times 10^2$	Не более 50 / 300

Как видно из таблицы 2, икра зернистая, приготовленная с использованием в качестве одного из консервантов бензойнокислого натрия, по показателям качества и безопасности соответствует установленным нормам.

Дальнейшие исследования планируется проводить через 6 месяцев с даты изготовления и определить динамику изменения микробиологических показателей безопасности продукции.

### Литература

1. Богданов В.Д., Карпенко В.И., Норинев Е.Г. Водные биологические ресурсы Камчатки: биология, способы добычи, переработка. – Петропавловск-Камчатский: Холдинговая компания «Новая книга», 2005. – 264 с.
2. ГОСТ 1629. Икра лососевая зернистая бочковая. – М.: ИПК Изд-во стандартов, 1998. – 6 с.
3. ГОСТ 18173. Икра лососевая зернистая баночная. – М.: ИПК Изд-во стандартов, 2004. – 6 с.
4. ГОСТ Р 52336. Икра зернистая лососевых рыб. Технические условия. – М.: Стандартинформ, 2005. – 6 с.
5. ГОСТ 1573. Икра пробойная соленая. – М.: Изд-во стандартов, 1980. – 4 с.
6. Скурихин И.М., Нечаев А.П. Все о пище с точки зрения химика. – М.: Высшая школа, 1991. – 288 с.
7. Уитон Ф.У., Лосон Т.Б. Производство продуктов питания из океанических ресурсов. – М.: Агропромиздат, 1989. – Т.1. – 350 с.
8. Позняковский В.М. Гигиенические основы питания, качество и безопасность пищевых продуктов. – Новосибирск: Сиб. унив. изд-во, 2007. – 455 с.
9. Никитин Б.П. Предупреждение и устранение пороков рыбных продуктов. – М.: Легкая и пищевая пром-сть, 1981. – 264 с.
10. Ресурсный потенциал Камчатки. Состояние, проблемы, использование / Под ред. А.С. Ревайкина. – Петропавловск-Камчатский: АО «Камчаткнига», 1994. – 288 с.
11. Технология обработки водного сырья / И.В. Кизеветтер, Т.И. Макарова, В.П. Зайцев, Л.П. Миндер, В.Н. Подсевалов, Л.Л. Лагунов. – М.: Пищевая пром-сть, 1976. – 696 с.

УДК 664.951.001

## ПЕРСПЕКТИВНЫЕ СПОСОБЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ КАЧЕСТВА РЫБЫ ГОРЯЧЕГО КОПЧЕНИЯ

*Е.С. Кучумова, А.Е. Шиганков (КамчатГТУ)*

*В статье приведена краткая характеристика рыбопродукции горячего копчения. Обозначены проблемы сохранения их качества в торговой сети. Определены пути совершенствования технологии рыбы горячего копчения за счет использования новых средств химиабиоза.*

Изменения в структуре потребительского рынка в последнее десятилетие повлекли за собой необходимость расширения ассортимента выпускаемой пищевой продукции, в том числе дели-

катесной высшего ценового уровня. Одной из важнейших задач, стоящих перед агропромышленным комплексом страны является обеспечение населения качественными безопасными продуктами питания. Эта задача, в свою очередь, является частью глобальной проблемы обеспечения продовольственной безопасности на национальном уровне. В ее решении рыбной продукции отводится одно из ведущих мест, исходя из значимости в питании.

Установление вредной роли избытка поваренной соли в организме человека послужило толчком к разработке технологий малосоленых изделий.

Одним из видов подобной продукции является рыба горячего копчения. Продукция горячего копчения характеризуется приятным вкусом и ароматом, сочностью, значительно более низким, по сравнению с продукцией холодного копчения, содержанием поваренной соли (1,5–4%). Такая продукция в ассортименте (сельдь, терпуг, палтус, лососевые) вырабатывалась на Камчатке Петропавловским РКЗ до второй половины 80-х годов прошлого века и неизменно пользовалась спросом потребителей.

С изменением стратегии развития экономики в нашей стране изменилась структура рынка рыбной продукции и, естественно, ассортимент. Некоторые виды продуктов остались лишь в ностальгических воспоминаниях старшего поколения.

В то же время тенденция ускорения нашей жизни и, соответственно, постоянная нехватка времени на приготовление пищи у современных хозяек вновь привела к появлению в последние годы на прилавках готовых кулинарных продуктов, в том числе рыбных (котлеты, тефтели, рыба жареная и запеченная, рыбные рулеты, вареные колбасы и др.). Некоторые предприятия (ЗАО «Агротек», РК им. В.И. Ленина и др.) стали делать «неуверенные попытки» производства рыбы горячего копчения. Неуверенными мы их назвали из-за возникших сразу же проблем. Во-первых, такая продукция в условиях современного рынка отличается высокой стоимостью. Значит, не каждый из ностальгических побуждений может ее купить. Во-вторых, молодое поколение «не знакомо» с рыбой горячего копчения, поэтому не покупает. В-третьих, срок годности продукта в соответствии с требованиями ГОСТ 7447 «Рыба горячего копчения» ограничен 72 часами при температуре хранения от 2 до минус 2°C. А это, в свою очередь, вызывает сложности обеспечения необходимого температурного режима хранения продукции в торговой сети, что приводит к потере качества задолго до истечения сроков годности. Часто продукцию не успевают реализовать до истечения срока годности, и она должна быть уничтожена. Такой подход немыслим в условиях рынка.

Тем не менее, по данным маркетинговых исследований, в период 2003–2007 гг. на российском рынке, несмотря на неблагоприятную демографическую ситуацию и уменьшение количества населения, наблюдается устойчивая тенденция к приросту объемов реализации рыбной продукции горячего копчения [1].

В связи с вышеизложенным актуальным решением является совершенствование существующих технологий производства рыбы горячего копчения, разработка новых режимов производства, обеспечивающих максимальное сохранение потребительских свойств, пищевой ценности при увеличении сроков хранения.

Ведущими учеными рыбной отрасли (Н.А. Воскресенский, Т.М. Сафронова, Е.А. Хван, Т.Г. Родина, И.П. Леванидов, Т. Freeman и др.) проведены исследования физико-химических и медико-биологических аспектов технологии копчения гидробионтов.

К направлениям совершенствования технологии относят производство замороженной рыбы горячего копчения и применение антисептиков, действие которых основано на биологическом принципе консервирования – химабиоза.

В большинстве стран Западной Европы для увеличения срока хранения рыбы горячего копчения используется исключительно замораживание, что негативно сказывается на вкусовых качествах продукта. Вопросы, связанные с использованием пищевых добавок консервирующего действия при совершенствовании традиционной технологии, направленной на получение качественной продукции с пролонгированными сроками годности, являются малоизученными и нуждаются в дальнейшем развитии [1].

Микрофлора рыбы горячего копчения представлена различными микрококками (до 90%), грамтрицательными и грамположительными палочками. Преобладают галофильные бактерии, встречаются плесневые грибы и дрожжи [3].

Учитывая разное отношение отдельных консервантов к плесневым грибам, дрожжам и бактериям, в ряде случаев целесообразно использовать смеси нескольких консервантов, основанные на расширении спектра антимикробного действия. Практика показывает, что в основном имеют

место эмпирический поиск и попытка применения консервантов, используемых в смежных отраслях пищевой промышленности. Однако известно, что универсального консервирующего препарата нет, так как свойства пищевого продукта и характер его изменений при хранении индивидуальны. Различен и механизм действия консервантов. Поэтому подбор их должен осуществляться с учетом, как свойств продукта, так и свойств консерванта.

Для решения перечисленных проблем нами поставлена задача исследования влияния консерванта полифункционального действия «Варэкс-5», разработанного ООО «ВЕСТА-ВАР», в состав которого входит сорбиновая кислота. Сорбиновая кислота или ее соли не ухудшают внешнего вида, цвета или вкуса обработанной рыбы. Возможный срок хранения рыбы может быть значительно увеличен. Пищевая добавка Варэкс-5 регламентируется по сорбиновой кислоте. Остаточное содержание сорбиновой кислоты в готовой продукции, изготовленной с применением «Варэкс-5» – не более 0,1%. Стандартный метод определения сорбиновой кислоты по ГОСТ 7636 [2] основан на способности малонового альдегида, в который окисляется сорбиновая кислота в кислой среде, образовывать окрашенный комплекс с тиобарбитуровой кислотой.

По предложенной технологии антисептик рекомендуется вносить в тузлук на стадии посола рыбы, при этом расход консерванта составляет не более 9 г/кг. Преимуществами технологии являются положительная температура хранения (2–6°C), увеличенные сроки хранения (15 сут для продукции, упакованной без вакуума и 40 суток для продукции, упакованной под вакуумом). Консервант нового поколения «Варэкс-5» обеспечивает микробиологическую безопасность продукции из рыбы горячего копчения, отсутствие привкуса окислившегося жира и горечи готовой продукции, а также позволяет сохранить её высокие органолептические показатели в течение всего срока хранения.

Для определения влияния консерванта «Варэкс-5» на показатели качества и безопасности рыбы горячего копчения на базе Фабрики береговой обработки РК им. В.И. Ленина изготовлена опытная партия камбалы горячего копчения. В процессе исследований планируется проводить контроль органолептических и микробиологических показателей сразу после изготовления продукции, а также на протяжении ее срока годности – 15 сут при температуре 2–6°C.

Исследования имеют высокую социальную значимость, которая состоит в обеспечении населения высококачественной безопасной рыбной продукцией.

### Литература

1. *Верстаков А.А.* Формирование улучшенных потребительских характеристик рыбы горячего копчения путем совершенствования технологии ее производства: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. – М., 2009. – 22 с.
2. ГОСТ 7636. Рыба, морские млекопитающие, морские беспозвоночные и продукты их переработки. Методы анализа. – М.: Изд-во стандартов, 1998. – С. 36–121.
3. *Перетрухина А.Т., Перетрухина И.В.* Микробиология сырья и продуктов водного происхождения. – СПб.: ГИОРД, 2005. – 320 с.

УДК 664.951

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ БАКТЕРИАЛЬНОЙ ОБСЕМЕНЕННОСТИ РЫБНЫХ БУЛЬОНОВ В ПРОЦЕССЕ ИХ ХРАНЕНИЯ

*О.О. Попова, И.В. Кузьмина (КамчатГТУ)*

*В статье приведены некоторые данные литературных источников по особенностям химического состава рыбного сырья и его микрофлоре. Приведены результаты собственных исследований КМАФАнМ бульонов, приготовленных из рыбных отходов.*

Тихоокеанская сельдь (*Clupea pallasii*) является представителем семейства сельдевых (*Clupeidae*). Тихоокеанская сельдь, стайная пелагическая морская рыба, может заходить в пресную воду. В настоящее время только три популяции тихоокеанской сельди имеют достаточно высокую численность (охотская, гижигинско-камчатская и корфо-карагинская), они в основном и формируют общий допустимый улов (ОДУ). Охотская сельдь является одним из важных объек-

тов рыболовства и занимает второе место (после минтая) по вылову (ОДУ 190–200 тыс. т) [2].

Изменения химического состава мяса сельди в равной мере проявляются у самцов и самок. Особенно сильным изменениям в химическом составе мяса сельди подвержено содержание липидов и воды. У рыб одинакового возраста самки, как правило, имеют более жирное мясо (в среднем на 0,4–0,8%). В период нагула (июнь–август) у сельди существует прямая зависимость между возрастом, массой и содержанием липидов в мясе. Химический состав сельди тихоокеанской приведен в таблице 1 [1].

Таблица 1

Химический состав мяса сельди

Период лова	Пределы содержания, %			
	воды	липидов	белка	минеральных веществ
Март–апрель	67,6–75,9	7,7–15,2	16,3–18,1	1,6–2,1
Июль–август	60,4–63,6	17,6–28,4	16,9–18,2	1,2–1,9
Ноябрь–декабрь	63,8–70,4	16,8–24,3	15,3–16,7	1,2–2,0

Между содержанием воды и липидов в мясе сельди существует явная обратная зависимость. У половозрелой сельди минимальное содержание липидов в мясе обнаружено в период нереста (март–апрель), а наиболее высокое – в августе и сентябре. Интенсивно липиды накапливаются с мая по сентябрь, а затем их содержание в мясе начинает снижаться.

По содержанию белков и липидов тихоокеанскую сельдь можно отнести к особожирым рыбам со средним содержанием белка.

В мясе безупречно свежей жирующей сельди содержится 600–610 мг% экстрактивного небелкового азота. В мышцах сельди в период посмертного окоченения содержится 250–300 мг% свободных аминокислот, а в период появления внешних признаков автолиза – 1000–1150 мг%, причем существенно изменяется соотношение между отдельными аминокислотами.

В состав минеральных веществ мяса сельди входят следующие элементы (мг на 100 г сырого вещества): натрий (120–140), калий (260–320), кальций (72–110), магний (30–36), железо (1,5–2,0), фосфор (220–280), сера (160–190), хлор (120–130), а также (мг % от сухого вещества): цинк (10–20), бром (1,0–1,8), медь (0,2–0,25), марганец (0,1), йод (0,06–0,07). Содержание кобальта – 8,2–9,8 γ%, молибдена – 7,0–8,0 γ %. Как видно из этих данных, в тканях свежей тихоокеанской сельди присутствуют ионы натрия и хлора в общем количестве около 0,3%.

На вкус и аромат соленой сельди влияет содержание липидов: чем оно выше, тем более выражен «селечный» вкус.

Липиды сельди, как и других рыб, представлены триглицеридами (9,2%), фосфолипидами (2,42%), холестерином (0,2%) и насыщенными, мононенасыщенными и полиненасыщенными жирными кислотами (9,18%).

Отличительной особенностью липидов рыб (в том числе и сельди) является преобладание в их составе ненасыщенных жирных кислот и наличие среди них лабильных высоконепредельных с четырьмя-шестью двойными связями, оказывающих большое влияние на неустойчивость липидов сельди к действию кислорода воздуха и на сроки хранения получаемой продукции. Молоки сельди тихоокеанской содержат водорастворимые витамины (мг на 100 г сырого вещества): тиамин (50–55), В<sub>2</sub> (50–260), В<sub>с</sub> (1200–1600), РР (1100–2600), В<sub>12</sub> (6–18) [1].

Биохимические особенности тихоокеанской сельди существенно влияют на технологические свойства сырья, которые необходимо учитывать при выборе способов обработки. При этом к основным показателям, используемым при оценке технологических свойств, относят пригодность сырья для производства различных групп рыбных продуктов, расход сырья и выход готовой продукции, органолептические свойства.

В мышцах тихоокеанской сельди и, особенно, в желудочно-кишечном тракте содержатся активные комплексы протеолитических ферментов, обуславливающих процессы биохимического созревания рыбы при посоле. Ферментная система рыбного сырья чрезвычайно сложна по своему составу и изменяется в зависимости от вида, физиологического состояния, района обитания.

Несмотря на большое сходство в химическом составе с мясом наземных животных, рыба менее стойка к воздействию микроорганизмов.

Объясняется это более высокой степенью обсеменения рыбы, спецификой микрофлоры, в



значительной части являющейся холодолюбивой. Попадая в условия более высокой температуры после вылова рыбы, эта микрофлора чрезвычайно быстро развивается.

Рыба чаще сохраняется целиком. Поверхность ее покрыта слоем слизи, служащей для множества находящихся в ней микробов хорошей питательной средой. Также огромное количество микробов находится в кишечнике рыбы, в большинстве случаев не удаляемом. Оттуда после гибели рыбы микробы легко попадают в ткани. Поэтому порча рыбы может происходить одновременно с поверхности и изнутри.

Очень быстро развиваются микроорганизмы, находящиеся в жабрах. Имеет значение и то обстоятельство, что выявление больших экземпляров рыб в улове и их удаление затруднены. Такие экземпляры могут создавать очаги порчи при хранении массы рыбы. Обильно обсеменяется рыба различной микрофлорой и при разделке, переработке и хранении.

В состав микрофлоры рыбы чаще всего входят микрококки, сарцины, споровые и бесспорные палочки, в том числе и гнилостные.

В результате действия протеолитических ферментов микроорганизмов на белки рыб образуются аммиак, триметиламины, сероводород, индол и ряд других неприятно пахнущих веществ. Порча рыбы идет тем быстрее, чем выше температура.

О свежести рыбы можно судить по цвету жабр, запаху, издаваемому ими, по консистенции рыбы – при порче она становится дряблой в связи с разрушением основного белка соединительной ткани коллагена, очень неустойчивого у рыб. В отличие от свежей и охлажденной рыбы в мороженой рыбопродукции микробиологические процессы совсем не происходят или идут крайне замедленно. На поверхности мороженой рыбы при длительном хранении может наблюдаться развитие плесневых грибов в виде единичных точечных колоний. Сильное же развитие их делает рыбу непригодной к потреблению.

Целью наших исследований являлось определение изменения обсемененности рыбы при ее хранении.

Для исследования использовали отходы охлажденной сельди. В ходе исследования проводили определение мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов (МАФАНМ) [3]. Мясо рыбы отделили от кожи, костей, удалили голову и хвост. Отходы использовали для приготовления образцов. Для этого сначала варили часть отходов в воде в течение 60 мин, а вторую часть отходов варили в молочной сыворотке в течение 30 мин. Затем готовые бульоны охлаждали.

Метод микробиологического анализа по определению количества мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов основан на подсчете колоний, выросших на питательных средах при термостатировании посевов при температуре  $36\pm 1^\circ\text{C}$  с образованием колоний в течение 24 ч.

В качестве питательной среды в исследовании использовали рыбопептонный агар. Для его приготовления вначале готовили рыбную воду. Для этого очищенное от костей и кожи мясо минтая пропускали через мясорубку, заливали холодной водопроводной водой из расчета  $1\text{ дм}^3$  воды на 500 г фарша. Затем смесь фарша с водой медленно нагревали до кипения и кипятили в течение 1,5 ч. Для определения готовности рыбную воду фильтровали через бумажный фильтр (если жидкость прозрачная, то вода считается готовой). Затем жидкость процеживали через полотно, сюда же отжимали весь сок из вареного фарша, доливали водой до первоначального объема, разливали в посуду и стерилизовали при температуре  $121\pm 1^\circ\text{C}$  в течение 20 мин.

Приготовленную рыбную воду использовали для приготовления рыбопептонного бульона. К  $1\text{ дм}^3$  рыбной воды добавили 10 г пептона, 5 г хлорида натрия. Устанавливали pH 7,0–7,2, кипятили, фильтровали через бумажный фильтр, стерилизовали при температуре  $121\pm 1^\circ\text{C}$  в течение 20 мин.

Затем переходили к приготовлению рыбопептонного агара. Для этого к  $1\text{ дм}^3$  рыбопептонного бульона добавляли 15–20 г агара и кипятили на слабом огне при постоянном помешивании до полного растворения агара. Стерилизовали при температуре  $121\pm 1^\circ\text{C}$  в течение 20 мин.

После приготовления рыбопептонного агара переходим к посеву. В качестве исследуемого материала использовали рыбные бульоны, приготовленные на воде и на молочной сыворотке. Для этого по  $1\text{ см}^3$  бульонов пипеткой переносили в пробирки с  $9\text{ см}^3$  стерильного физиологического раствора для разведений и перемешивали. Той же пипеткой в чашку Петри вносили по  $1\text{ см}^3$  бульонов, приготовленных на воде и на сыворотке. Затем новой стерильной пипеткой содержимое пробирок в количестве  $1\text{ см}^3$  переносили в следующую пробирку и чашку Петри. Всего было произведено по 3 разведения каждой пробы. После этого чашки Петри заливали расплавленным и охлажденным до  $45^\circ\text{C}$  рыбопептонным агаром, перемешивали. После застывания агара чашки

Петри переворачивали вверх дном и помещали в термостат при температуре  $36 \pm 1^\circ\text{C}$  на 24 ч. После термостатирования проводили подсчет выросших колоний.

Через двое суток проводили еще один посев. Для этого мы использовали приготовленные ранее на воде и на молочной сыворотке бульоны с целью определить, как влияет срок хранения на обсемененность рыбы.

В результате проведенных исследований были получены следующие результаты. После первого посева обсемененность бульона, приготовленного на воде, составила  $1,2 \times 10^4$  кое/г, а обсемененность бульона, приготовленного на молочной сыворотке, –  $1,7 \times 10^4$  кое/г. Результаты посева, проведенного через двое суток после первого, показали: обсемененность бульона, приготовленного на воде, –  $9,5 \times 10^5$  кое/г, а обсемененность бульона, приготовленного на молочной сыворотке, –  $2,1 \times 10^6$  кое/г.

Таким образом, по результатам проведенных исследований можно сделать вывод, что обсемененность увеличивается при хранении рыбных бульонов, приготовленных как на воде, так и на молочной сыворотке. Также было отмечено, что в рыбном бульоне, приготовленном на воде, в большей степени развивались бактерии, нежели плесневые грибы, в отличие от рыбного бульона, приготовленного на молочной сыворотке. Однако с увеличением продолжительности хранения в бульоне, приготовленном на воде, количество плесневых грибов, напротив, возрастало, а в бульоне, приготовленном на сыворотке, возрастало количество бактерий.

### Литература

1. Богданов В.Д., Благоданова М.В., Салтанова Н.С. Современные технологии производства соленой продукции из сельди тихоокеанской и лососевых. – Петропавловск-Камчатский: Холдинговая компания «Новая книга», 2007. – 235 с.

2. Богданов В.Д., Карпенко В.И., Норинев Е.Г. Водные биологические ресурсы Камчатки: Биология, способы добычи, переработка. – Петропавловск-Камчатский: Холдинговая компания «Новая книга», 2005. – 264 с.

3. ГОСТ 10444.15. Продукты пищевые. Методы определения количества мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов. – Минск: Изд-во стандартов, 1995. – 8 с.

УДК 664.022.33

## ПОДБОР ОПТИМАЛЬНЫХ РЕЖИМОВ ЭКСТРАКЦИИ ЖИРО- И ВОДОРАСТВОРИМЫХ ПИГМЕНТОВ СИНЕЗЕЛЕННЫХ ВОДОРОСЛЕЙ

*М.А. Походина, А.А. Ефимов (КамчатГТУ)*

*В статье приведено обоснование оптимальных параметров экстракции пигментов термофильных синезеленых водорослей. Проведено сравнение эффективности экстракции в зависимости от продолжительности экстракции и выбора экстрагента.*

Синезеленые водоросли – организмы, характеризующиеся специфичностью пигментного состава. В них найдено около 30 различных внутриклеточных пигментов [4], которые можно разделить на три группы – хлорофилл, фикобилипротеины и, объединяя каротины и ксантофиллы в одну группу, каротиноиды [9]. Для синезеленых водорослей, в том числе термофильных, обитающих в гидротермах Камчатки, характерна сине-зелёная, оливково-зеленая, желто-зеленая окраска, встречается розовая и почти чёрная, что связано с наличием таких пигментов, как хлорофилл *a*, фикобилины (синий – фикоцианин и красный – фикоэритрин) и каротиноиды [17, 18]. Фикоцианин, кроме синезеленых водорослей, встречается еще лишь у красных.

Хлорофилл *a* составляет до 81% от количества спирторастворимых пигментов [7]. Содержание каротина составляет 16% сырого вещества [5]. В некоторых синезеленых водорослях обнаружены  $\alpha$ -каротин и  $\epsilon$ -каротин [6]. Найдены также миксоксантин, миксоксантофилл, осциллаксантин [3]. У нескольких представителей родов *Phormidium*, *Nostoc*, *Anabaena* и *Microcystis* обнаружен виолаксантин [8].

**Целью** данных исследований являлась отработка оптимальных режимов выделения уникальных пигментов синезеленых водорослей – хлорофилла *a* и фикоцианина для изучения возможностей их дальнейшего использования в качестве пищевых красителей.

Согласно ГОСТ Р 52481, хлорофилл E140(i) – порфириновый краситель, получаемый экстракцией из зеленых растений.

Хлорофилл применяется как пигмент для окраски мыла, масел, жиров, кремов, алкогольных и безалкогольных напитков, косметических средств, одеколона, духов, в качестве дезодоранта и в других целях. В Японии хлорофиллы используют для подкрашивания рыбных паст и некоторых других кулинарных изделий. В Европе хлорофилл применяется для подкрашивания масел, жиров, ароматических эссенций [1]. В настоящее время хлорофилл получают из высших растений.

Применяемая в пищевых технологиях добавка – натуральный краситель хлорофилл (E140) состоит из сине-зеленого хлорофилла *a* и желто-зеленого хлорофилла *b*, находящихся в соотношении 3 : 1. Их применение сдерживается их нестойкостью, т. к. при повышенной температуре в кислых средах зеленый цвет переходит в оливковый, затем в грязно-желто-бурый вследствие образования феофитина [2].

Использование синезеленых водорослей как источника пищевого красителя позволяет получать не смесь сине-зеленого хлорофилла *a* и желто-зеленого хлорофилла *b*, как в случае традиционного использования растений, а «чистый» изумрудного цвета хлорофилл *a*, который к тому же в силу особенностей метаболизма термофилов, устойчив к воздействию повышенных температур [3].

Фикоцианин входит в состав фикобилинов вместе с фикоэритрином и аллофикоцианином и наряду с хлорофиллом *a* выполняет функции фоторецепторов в фотосинтезе. Фикобилины – тетрапиррольные пигменты с открытой цепью. Фикобилины входят в состав фикобилипротеидов. Фикоцианин – основной пигмент данной группы (синего цвета) – комплекс фикоцианобилина с белком.

Фикоцианин имеет потенциал применения и в качестве терапевтического средства в лечении заболеваний, вызванных стрессом [16]. Основываясь на способности С-фикоцианина предотвращать повреждение нейронов головного мозга, было предложено использовать его для лечения болезней Альцгеймера и Паркинсона [13]. Фикоцианин обладает также антивирусной активностью [10]. В зарубежной практике используется также как натуральных пищевой краситель.

Описания отработанных технологий получения хлорофилла и фикоцианина в открытой печати практически нет, так как это направление технологии достаточно новое, и детальная информация коммерческими предприятиями не распространяется.

Согласно спецификации Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives на пищевую добавку хлорофилл (INS number: 140), метод получения хлорофилла основан на экстракции из растительного материала определенными органическими растворителями – ацетоном, дихлорметаном, метанолом, этанолом, пропанолом, гексаном с последующим удалением растворителя. Магний, входящий в состав порфиринового кольца, может быть полностью или частично удален с образованием феофитина. Основные вещества, придающие цвет продукту, полученному указанным способом, – феофитин и хлорофилл, содержащий магний. В продукте, полученном после удаления растворителя, присутствуют липиды, липофильные пигменты – каротиноиды.

Метод анализа и, соответственно, получения хлорофилла, согласно этой же спецификации, заключается в экстракции диэтиловым эфиром. Определение количества хлорофилла *a* основано на определении коэффициента поглощения при значениях длины волны 660,4 и 642 нм, в точках максимума оптического поглощения. После добавления кристаллической щавелевой кислоты повторно определяют коэффициент поглощения при тех же значениях длины волны. По разности значений поглощения и заданным в спецификации коэффициентам определяют содержание хлорофилла *a*. Основным недостатком данного метода является использование легколетучего, взрывопожароопасного растворителя.

Метод выделения хлорофилла с использованием ацетонового растворителя и последующего спектрофотометрического анализа впервые был предложен в 1952 г. [15]. Метод был усовершенствован, принят в качестве руководства ЮНЕСКО и стандарта России и остается наиболее распространенным в биологических исследованиях.

Для выделения фикоцианина часто используются мембранные методы, которые представляют интерес по причине мягкости воздействия на такой лабильный белок, как фикоцианин [12]. Однако применение мембранной технологии ограничивается необходимостью использования специального оборудования.

Необычна методика получения фикоцианина, в которой фикоцианин экстрагировали из биомассы *Spirulina platensis* с использованием непатогенных штаммов *Klebsiella pneumoniae*. Биомассу смешивали с бактериальной культурой, оставляли на 24 ч, после чего производили экстракцию с получением фикоцианина приемлемого качества [11]. Неполнота данных, приведенных авторами, и использование специфичного штамма микроорганизмов, относящихся к па-

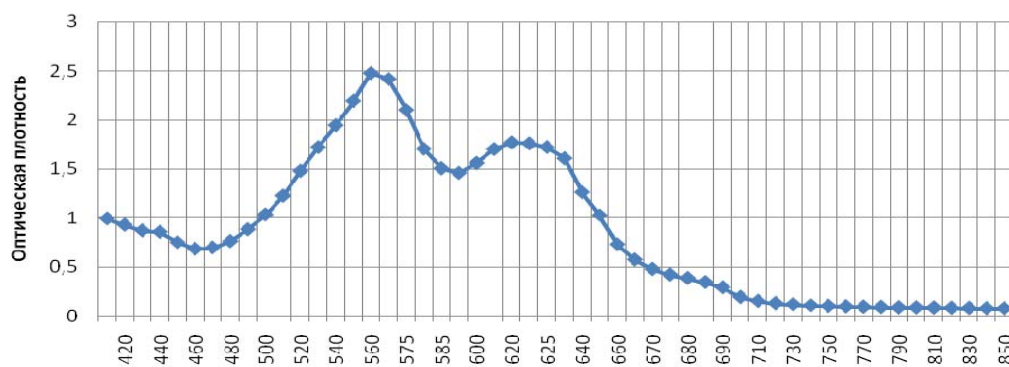
тогенным, не позволяют сделать оценку применимости данной методики в пищевой промышленности.

Выделение фикоцианина из *Spirulina platensis* также производилось после экстракции из биомассы липидов ацетоном при повышенных температурах в аппарате Сокслета [14]. Использование сильнополярного органического растворителя на начальной стадии процесса представляется нецелесообразным, так как его длительное воздействие при повышенной температуре для экстракции липидов неизбежно приведет к денатурации белков, снижению их растворимости, снижению нативных свойств, уменьшению выхода фикоцианина. После применения ацетона потребовалась сушка материала для удаления следов ацетона. В работе не указывается время сушки. В промышленных условиях полное удаление следов ацетона при комнатной температуре займет длительное время. Объектами исследования являлись синезеленые водоросли рода *Phormidium* Нижнепаратунских гидротерм Камчатки.

**Методы исследования.** Для выделения хлорофилла использовали метод спиртовой экстракции. Для идентификации полученного вещества применяли спектрофотометрический метод, апробированный на кафедре физиологии растений МГУ. На основе результатов проведенных спектральных анализов был получен спектр поглощения выделенного пигмента. Максимумы поглощения 430,1 и 662 нм.

Для выделения фикобилипротеинов был использован метод, предложенный *F.W. J. Teale* и *R.E. Daled* Бирмингемского университета. При идентификации фикобилипротеинов спектрофотометрическим методом получили спектр с максимумом поглощения фикоцианина 620, фикоэритрина – 565, аллофикоцианина – 654 нм.

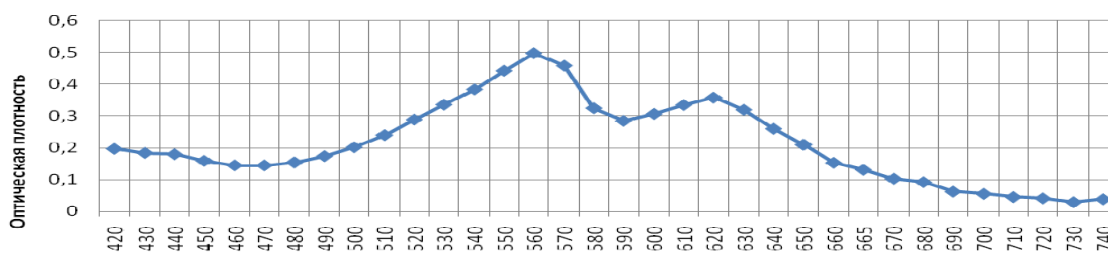
Для приготовления экстракта водорастворимых пигментов брали 3 г воздушно-сухой (влажность 8%) биомассы водорослей, добавляли 25 жсм<sup>3</sup> дистиллированной воды. Экстракцию вели в течение 3 ч. Полученный экстракт фиолетового цвета центрифугировали 15 мин при 6000 об./мин в лабораторной центрифуге ОПН-8. Спектр поглощения снимали на спектрофотометре *Leki SS2109UV*. Спектр поглощения водорастворимых пигментов исследуемых водорослей представлен на рисунке 1. Хорошо прослеживается пик 565 нм, характерный для фикоэритрина, и 620 нм, характерный для фикоцианина.



Длина волны, нм

Рис. 1. Спектр поглощения водорастворимых пигментов синезеленых водорослей через 3 ч экстракции при соотношении водорослей и воды 3:25

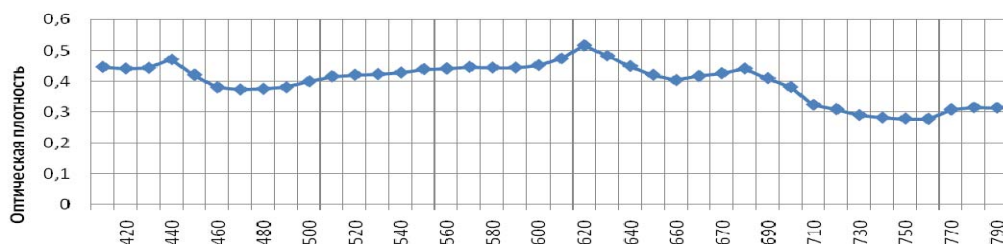
Опыт повторили с меньшей концентрацией пигментов. Для этого к 3 г воздушно-сухих синезеленых водорослей добавили 45 см<sup>3</sup> дистиллированной воды. Через 3 ч получили экстракт фиолетового цвета, спектр поглощения которого представлен на рисунке 2.



Длина волны, нм

Рис. 2. Спектр поглощения водорастворимых пигментов синезеленых водорослей через 3 ч экстракции при соотношении водорослей и воды 3:45

Повторили опыт, сократив время экстракции до 40 мин. Для этого к 3 г воздушно-сухих синезеленых водорослей добавили 45 см<sup>3</sup> дистиллированной воды, через 40 мин экстрагирования сняли спектр водорастворимых пигментов (рис. 3).



**Длина волны, нм**

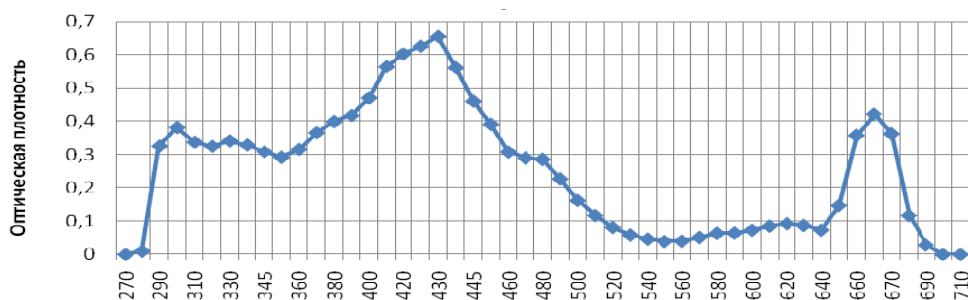
Рис. 3. Спектр поглощения водорастворимых пигментов синезеленых водорослей через 40 мин экстракции при соотношении водорослей и воды 3:45

Как видно на рисунке 3, пики поглощения слабо выражены, время экстракции явно недостаточное. Кроме того, при увеличении степени разбавления в 1,8 раза в экстракт перешло в 5 раз меньше пигментов. Однако готовить для экстракции высококонцентрированную водно-водорослевую смесь нерационально, так как в любом случае экстракция протекает до достижения равновесной концентрации растворимых веществ.

Таким образом, оптимальная продолжительность экстракции водорастворимых пигментов дистиллированной водой составила 3 ч. При более продолжительном проведении процесса в экстракт начинают переходить побочные вещества, что нежелательно.

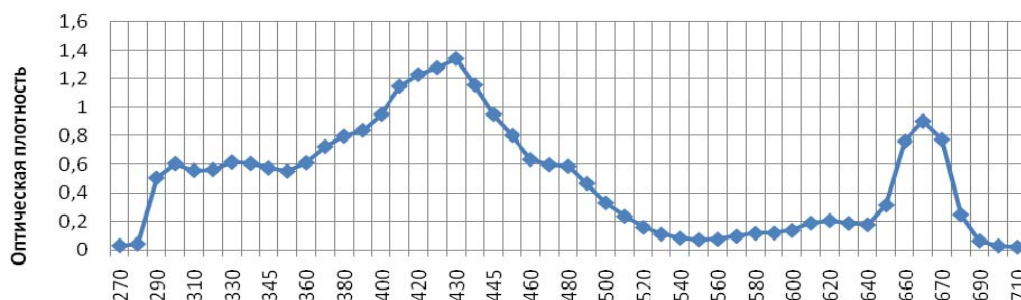
Для определения оптимальной продолжительности экстракции спирторастворимых пигментов к 0,2 г воздушно-сухих водорослей добавляли 10 см<sup>3</sup> 95%-ного водного раствора этилового спирта. Пики поглощения хлорофилла *a* 430,1 и 662 нм.

Изменение спектров поглощения в зависимости от продолжительности экстракции представлено на рисунках 4–8.



**Длина волны, нм**

Рис. 4. Спектр поглощения спирторастворимых пигментов синезеленых водорослей через 1 ч экстракции



**Длина волны, нм**

Рис. 5. Спектр поглощения спирторастворимых пигментов синезеленых водорослей через 2 ч экстракции

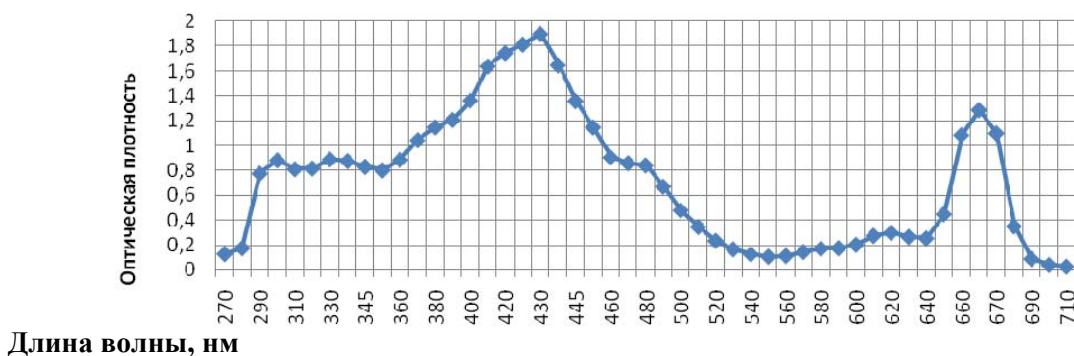


Рис. 6. Спектр поглощения спирторастворимых пигментов синезеленых водорослей через 2 ч 45 мин экстракции

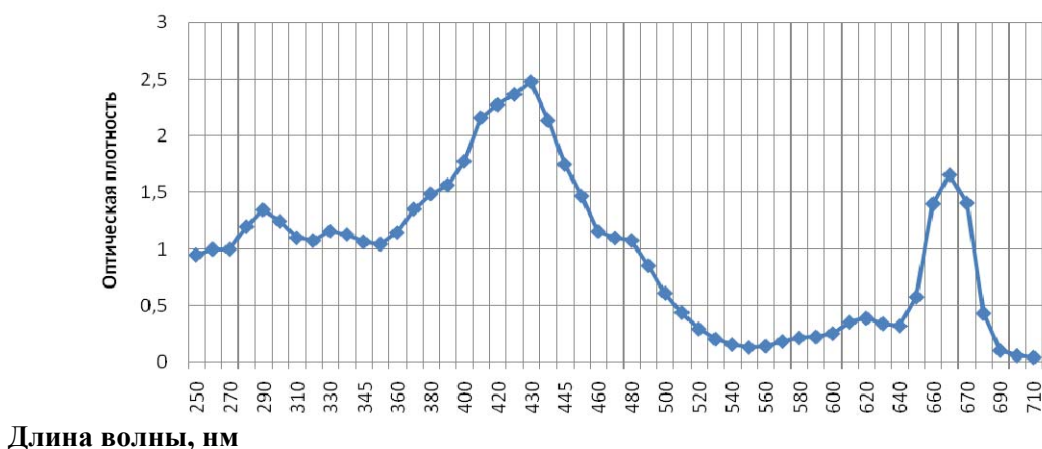


Рис. 7. Спектр поглощения спирторастворимых пигментов синезеленых водорослей через 3 ч 15 мин экстракции

Из рисунков 4–7 видно, что по мере увеличения продолжительности экстрагирования концентрация пигментов (оптическая плотность) в экстракте возрастает.

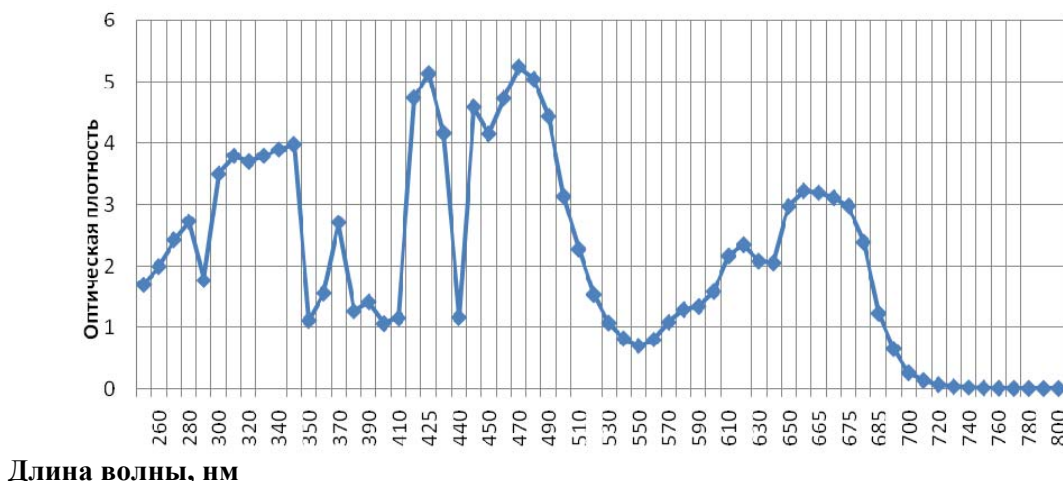


Рис. 8. Спектр поглощения спирторастворимых пигментов синезеленых водорослей через 5 сут экстракции

Как видно из рисунка 8, через 5 суток в экстракт перешло много побочных продуктов. Цвет экстракта изменился от ярко-зеленого на насыщенный, темно-зеленый (рис. 9 и 10). Оптимальное время спиртовой экстракции определено нами 3–4 часа.

Для интенсификации процесса экстрагирования проводили серию экспериментов при активном перемешивании смеси водорослей и экстрагента. Спектр поглощения спирторастворимых

пигментов синезеленых водорослей через 20 мин экстракции при активном перемешивании представлен на рисунке 11.

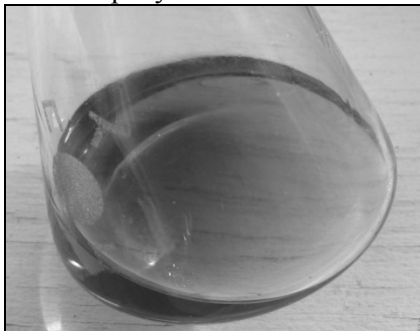


Рис. 9. Экстракт спирторастворимых пигментов через 3 часа экстрагирования



Рис. 10. Экстракт спирторастворимых пигментов через 5 сут экстрагирования

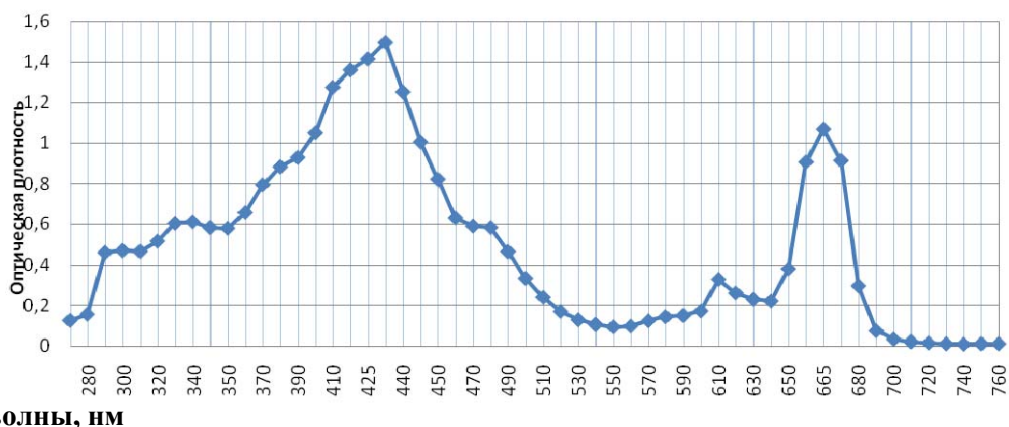


Рис. 11. Спектр поглощения спирторастворимых пигментов синезеленых водорослей через 20 мин экстракции при активном перемешивании

Спектр поглощения спирторастворимых пигментов синезеленых водорослей через 40 мин экстракции при активном перемешивании представлен на рисунке 12.

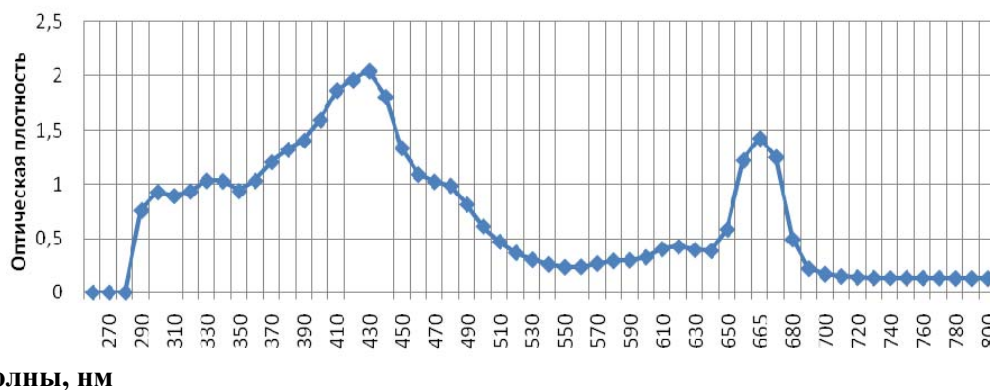


Рис. 12. Спектр поглощения спирторастворимых пигментов синезеленых водорослей через 40 мин экстракции при активном перемешивании

Как видно из рисунков 11 и 12, при увеличении продолжительности экстракции при активном перемешивании оптическая плотность экстрагента растет и достигает величины, близкой к значениям, полученным для пассивной экстракции в течение 2 ч 45 мин (рис. 6).

Хлорофиллы хорошо растворимы в масле. Экстракцию жирорастворимых пигментов проводили рафинированным дезодорированным растительным маслом. Для исследования брали навеску 1 г воздушно-сухих синезеленых водорослей и 10 см<sup>3</sup> масла. Экстракцию проводили в те-

чение 6 сут. Полученный спектр поглощения масляного раствора пигментов представлен на рисунке 13.

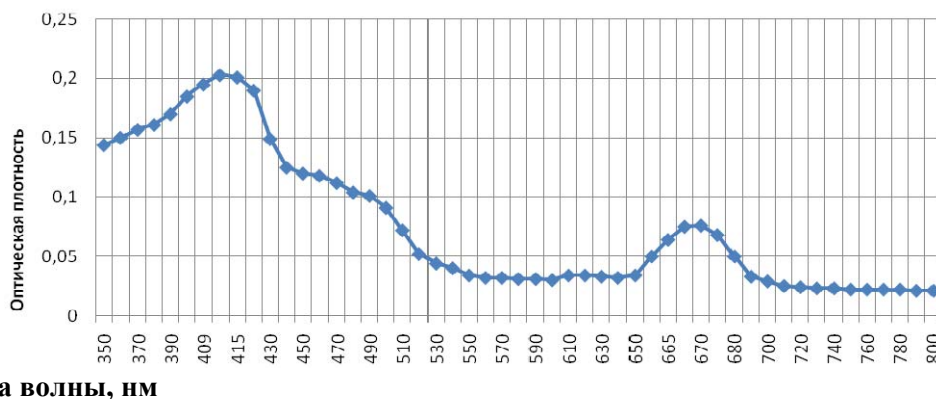


Рис. 13. Спектр поглощения жирорастворимых пигментов синезеленых водорослей через 6 суток экстракции

Экстракция маслом протекает значительно медленнее, чем спиртом и водой, поэтому необходимо значительно больше времени. Для сравнения сняли спектр поглощения через 2 ч масляной экстракции (рис. 14). Как видно из рисунка, пики не выражены, 2 ч – время, явно не достаточное для экстрагирования жирорастворимых пигментов.

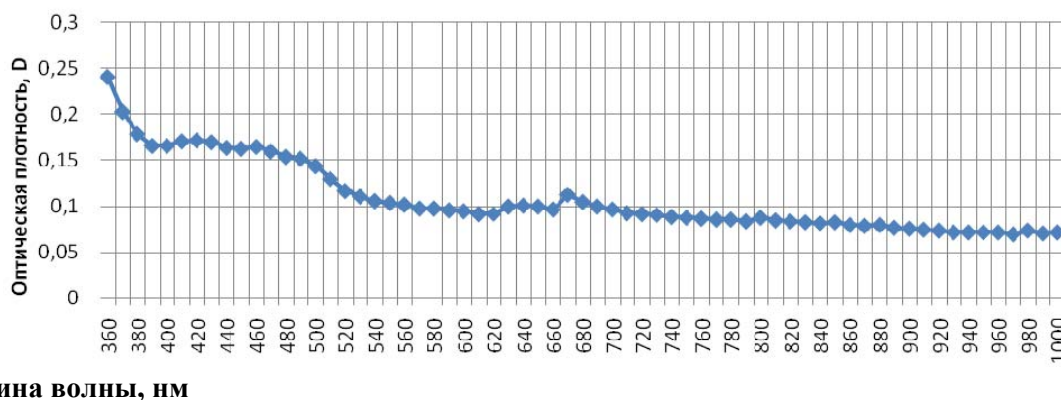


Рис. 14. Спектр поглощения жирорастворимых пигментов синезеленых водорослей через 2 суток экстракции

Таким образом, в результате проведенных экспериментов определили оптимальный режим экстрагирования водорастворимых пигментов синезеленых водорослей, оптимальной оказалась продолжительность экстракции 3 ч. Для выделения спирторастворимых пигментов оптимальный режим экстрагирования – 40 мин при интенсивном перемешивании. Для выделения жирорастворимых пигментов оптимальная продолжительность процесса экстракции составила 6 сут.

### Литература

1. Авторское свидетельство 1666537, дата опубликования 30 июля 1991 г. Научно-производственное объединение «Биотехника».
2. Авторское свидетельство 2019564, дата опубликования 15 сентября 1994 г. Корбут В.Л.
3. Барашков Г.К. Сравнительная биохимия водорослей. – М.: Пищ. пром-сть, 1972. – 336 с.
4. Гусев М.В., Минеева Л.А. Микробиология. – М.: Академия, 2003. – 464 с.
5. Лавровская Н.Ф. Витаминные водоросли / Рыбоводство и рыболовство. 1966. – № 4. – С. 8.
6. Пигментные системы культурных форм синезеленых водорослей / Д.Ф. Проценко, Л.А. Сиренко, Т.Л. Богданова, А.П. Батрак / Бот. журн. 1966. – Т. 51. – С. 820–827.
7. Пырина И.Л. Предварительные итоги применения спектрофотометрического метода для определения пигментов пресноводного фитопланктона / Тр. ин-та биол. внутр. вод. – Л.: 1963. – Вып. 6. – С. 51–59.
8. Сиренко Л.А. Специфичность пигментных систем синезеленых водорослей // Фотосинтез и пигменты как факторы урожая. – Киев: АН УССР, 1965. – С. 152–153.



9. Современная микробиология. Прокариоты / Под ред. Й. Ленгелер, Г. Дреус, Г. Шлегель. – М.: Мир, 2005. – Т. 1. – 654 с.
10. Antiviral activity of *Spirulina maxima* against herpes simplex virus type 2 / A. Hernández-Corona, I. Nieves, M. Meckes, G. Chamorro, L. Barron Blanca / Antiviral Research. 2002. – V. 56. – № 3. – P. 279–285.
11. A simple method for extracting C-phycocyanin from *Spirulina platensis* using *Klebsiella pneumoniae* / Y. Zhu, X.B. Chen, K.B. Wang, Y.X. Li, K.Z. Bai, T.Y. Kuang, H.B. Ji / Applied Microbiology and Biotechnology. 2007. – V. 74. – № 1. – P. 244–248.
12. Clarification and concentration with membrane technology of a phycocyanin solution extracted from *Spirulina platensis* / J. Pascal, B. Lepine, N. Rossignol, R. Royer, F. Quemeneur / Biotechnology Techniques. 1999. – № 13. – P. 877–881.
13. Protective effects of C-phycocyanin against kainic acid-induced neuronal damage in rat hippocampus / V. Rimbau, A. Camins, C. Romay, R. González, Pallàs / Neuroscience Letters. 1999. – V. 2. – № 276. – P. 75–78.
14. Proteins from *Spirulina platensis* biomass / S.V. Pervushkin, A.V. Voronin, V.A. Kurkin, A.A. Sokhina, I.F. Shatalaev / Chemistry of Natural Compounds. 2001. – V. 37. – № 5. – P. 476–481.
15. Richards E.A., Thompson T.G. The estimation and characterization of plankton population by pigment analyses. A spectrophotometric method for the estimation of plankton pigments / J. Mar. Res. 1952. – V. 11. № 2. – P. 156–172.
16. Sarada R., Pillai Manoj G., Ravishankar G.A. Phycocyanin from *Spirulina* sp: influence of processing of biomass on phycocyanin yield, analysis of efficiency of extraction methods and stability studies on Phycocyanin / Process Biochemistry. 1999. – V. 8. – № 34. – P. 795–801.
17. Studies on C-phycocyanin from *Cyanidium caldarium*, a eukaryote at the extremes of habitat / L.E. Eisele, S.H. Bakhru, X. Liu, R. MacColl, M.R. Edwards / Biochimica et Biophysica Acta BBA – Bioenergetics. 2000. – P. 99–107.
18. The phycobilisomes of the cyanobacterium *Arthrospira (Spirulina) maxima* / C. Gómez-Lojero, B. Pérez-Gómez, G. Prado-Flores, D.W. Krogmann, A. Cárabez-Trejo, A. Peña-Díaz / The International Journal of Biochemistry & Cell Biology. 1997. – V. 29. – № 10. – P. 1191–1205.

УДК 664.951

## РЕГУЛИРОВАНИЕ СТРУКТУРЫ РЫБНОГО ФАРША ИЗ ТИХООКЕАНСКИХ ЛОСОСЕЙ С НЕРЕСТОВЫМИ ИЗМЕНЕНИЯМИ

*Е.М. Пустовалова (КамчатГТУ)*

*В статье описано как внесение пищевых добавок способствует регулированию функционально-технологических свойств фарша из тихоокеанских лососей с нерестовыми изменениями.*

Уровень современного развития пищевой промышленности позволяет не ограничивать производителей в выборе сырья и способов получения качественной продукции. Следствием этого является неуклонно растущий ассортимент рыбных изделий, в том числе фаршевых.

Возможность изготовления вкусной, полезной и недорогой пищевой продукции с применением различных технологических приемов – вот основная причина использования рыбного фарша в качестве сырья. А применение широкого ассортимента пищевых добавок дает возможность улучшить свойства фарша, если для его получения применялись рыбы с пониженной пищевой ценностью. Особенно это касается тех видов рыб, которые либо в связи с особенностями химического состава, либо с физиологическими изменениями в течение преднерестового периода имеют пониженные функционально-технологические свойства мышечной ткани [1]. В данном случае это относится к тихоокеанским лососям в преднерестовый период. В проведенной работе применение пищевых добавок решает проблему ухудшения консистенции фарша.

Объектом исследования в настоящей работе являлась кета с явными признаками нерестовых изменений (III стадия), из которой изготавливали фарш. Как описано ранее [2], в этой стадии наблюдается незначительное ухудшение органолептических свойств мяса (рис. 1), которое явля-

ется следствием изменений химического состава мышечной ткани рыбы.

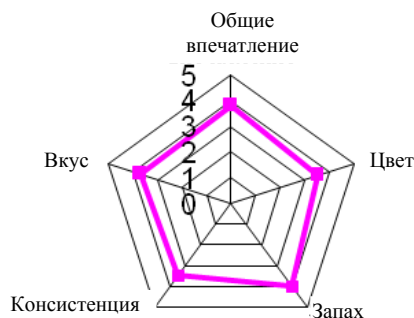


Рис. 1. Органолептические показатели мышечной ткани кеты в III стадии нерестовых изменений

Изменение функционально-технологических свойств фарша кеты при внесении пищевых добавок оценивалось по таким показателям, как предельное напряжение сдвига, водо- и жиропоглощительная способность. Определение водопоглощительной (ВПС) и жиропоглощительной способности фарша проводили по методу Смита. Предельное напряжение сдвига (ПНС) определяли на приборе «Структурометр СТ-1М». В качестве структурорегулирующих добавок применяли кукурузную, пшеничную и рисовую муку. Результаты исследования показаны на рисунках 2–4.

Внесение пищевых добавок в первую очередь отразилось на изменении ПНС. Как показано на рисунке 2, все используемые добавки способствовали увеличению ПНС. Наибольшее влияние имела кукурузная мука (значение ПНС увеличилось на 70%), наименьшее – рисовая мука (значение ПНС увеличилось на 40%). Однако при добавлении кукурузной муки свыше 6% от массы фарша наблюдается специфический привкус, что отрицательно сказывается на общей оценке продукта.

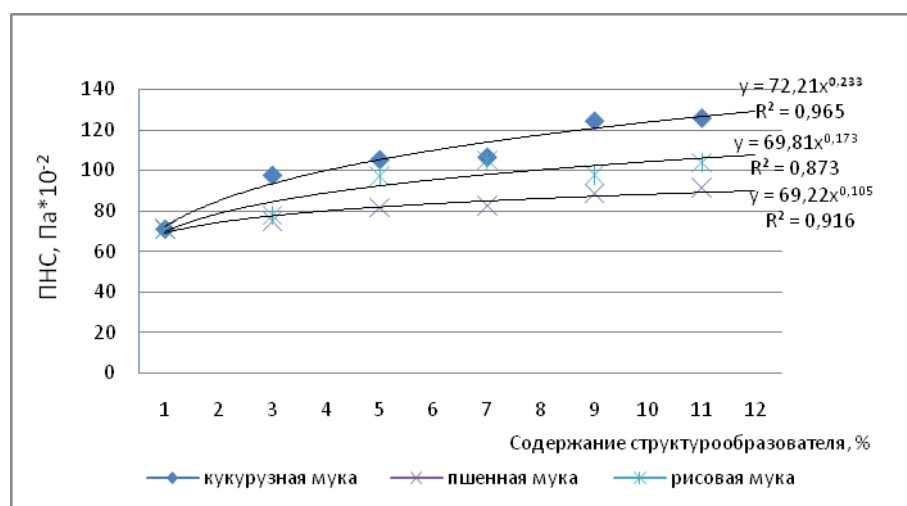


Рис. 2. Изменение ПНС фарша кеты при внесении пищевых добавок

Внесение вышеперечисленных пищевых добавок привело к увеличению водопоглощительной способности фарша (рис. 3). В среднем ВПС увеличилась на 15%. Наибольшее влияние на ВПС оказывает пшеничная мука, наименьшее – рисовая мука. Положительное действие структурообразователей позволит сохранить сочную консистенцию продукта при дальнейшей термообработке.

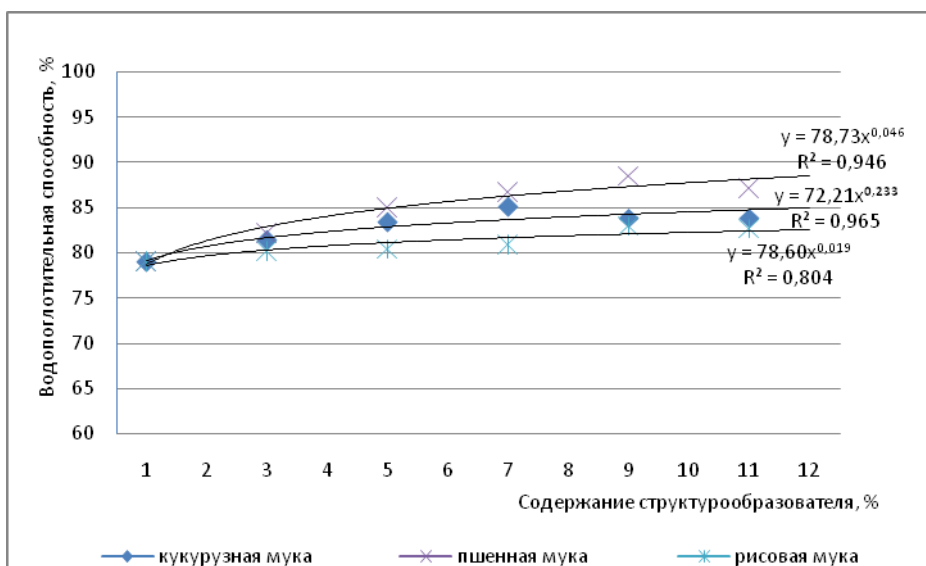


Рис. 3. Изменение водопоглощательной способности фарша кеты при внесении пищевых добавок

Что касается изменения жиропоглощательной способности фарша, то как видно из рисунка 4 внесение кукурузной и пшеничной муки привело к увеличению этого показателя незначительно, а в случае добавления рисовой муки даже снизило его. Поэтому для улучшения жиропоглощательной способности в создаваемой рецептуре будет использован другой компонент.

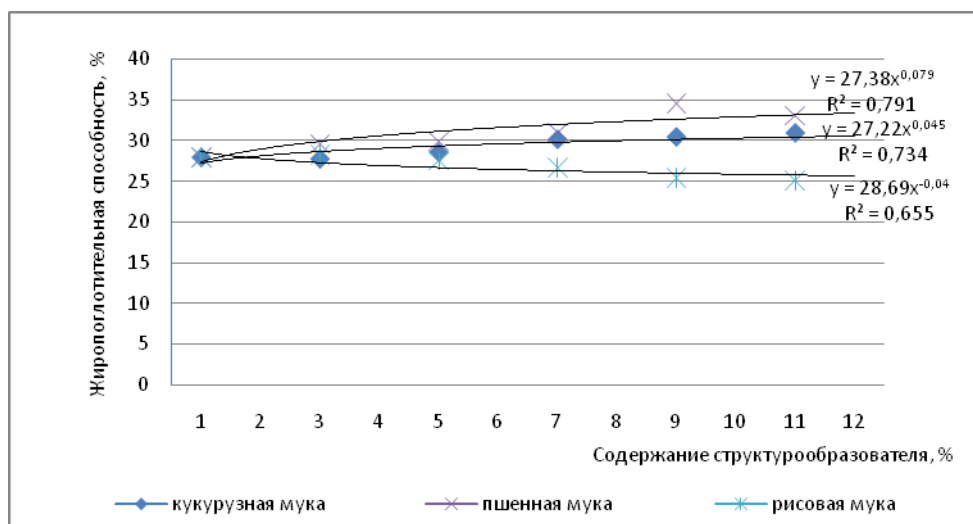


Рис. 4. Изменение жиропоглощательной способности фарша кеты при внесении пищевых добавок

Таким образом, внесение пшеничной, рисовой и кукурузной муки в фарш кеты способствует улучшению его функционально-технологических свойств, а именно ПНС, водо- и жиропоглощательную способность. Использование указанных добавок при изготовлении формованных изделий позволит получить продукт с хорошими органолептическими и физическими свойствами.

### Литература

1. Богданов В.Д. Рыбные продукты с регулируемой структурой. – М.: Мир, 2005. – 310 с.
2. Пустовалова Е.М., Богданов В.Д. Влияние брачных изменений тихоокеанских лососей на функционально-технологические свойства их мышечной ткани // Изв. ТИНРО. – Владивосток, 2007. – Т. 150. – С. 391–399.

# АНАЛИЗ СПОСОБОВ ОБРАБОТКИ ИКРЫ ЛОСОСЕВЫХ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩИХ СНИЖЕНИЕ МЕХАНИЧЕСКИХ ПОВРЕЖДЕНИЙ ЗЕРНА

К.В. Пысина, Кузьмичев Ю.В. (КамчатГТУ)

*В статье приведена краткая характеристика лососевой икры как источника ценных пищевых веществ. Обозначены проблемы снижения дефектов икорной продукции. Проведен анализ технологических процессов производства зернистой лососевой икры, режимы которых влияют на целостность икорной оболочки. Определена необходимость совершенствования существующих технологий.*

В связи с выходом на международный рынок, вступлением России в ВТО, значительными переменами в структуре потребительского рынка пищевых продуктов в России, повышением уровня жизни в нашей стране в последние годы резко увеличился спрос на деликатесные дорогостоящие продукты, в том числе икорные. Это определило необходимость совершенствовать существующие технологии производства икорных продуктов, разрабатывать новые технологии, обеспечивающие максимальное сохранение потребительских свойств, пищевой ценности при увеличении сроков хранения.

Рыбья икра, пожалуй, один из немногих продуктов, который содержит в себе целый комплекс необходимых нашему организму веществ. В икре лососевых количество белка достигает 26–32%, в то время как, например, в икре минтая – 15–20% [3]. Содержание липидов в икре лососевых 11–16% в сравнении с 1–4% других видов рыб [8]. В состав витаминов икры лососевых входят такие как В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, В<sub>6</sub>, В<sub>12</sub>, В<sub>с</sub>, РР, С, А, Д. В состав минеральных веществ икры входят кальций (0,04%), магний (0,03%), калий (0,02%), фосфор (0,48%). Икра богата лецитином (от 1,0 до 43%), жиры икры характеризуется более высоким йодным числом, чем жиры мяса той же рыбы. В таблице 1 приведен химический состав икры горбуши [4].

Таблица 1

Химический состав горбуши, в 100 г продукта

Наименование групп веществ	Содержание, г	Наименование макроэлементов	Содержание, мг	Наименование микроэлементов	Содержание, мкг	Наименование витаминов	Содержание, мг
Вода	71,8	Натрий	100	Железо	630	А	0,03
Белки	21,0	Калий	335	Йод	50	В <sub>1</sub>	0,20
Жиры	7,0	Кальций	20	Кобальт	20	В <sub>2</sub>	0,16
Экстрактивные вещества	0,5	Магний	30	Марганец	50	РР	2,50
Зола	1,2	Сера	190	Медь	110	С	следы
–	–	Фосфор	200	Никель	6	–	–
–	–	Хлор	165	Хром	55	–	–
–	–	–	–	Цинк	700	–	–
–	–	–	–	Молибден	4	–	–
–	–	–	–	Фтор	430	–	–

Высокое качество лососевой икры обеспечивается своевременностью и правильностью обработки икры-сырца с применением усовершенствованного оборудования, доброкачественных вспомогательных материалов, тщательной уборкой в хорошую тару и соблюдением должного режима хранения и транспортирования.

К сожалению, в рыбоперерабатывающей практике участились случаи возникновения тяжелых пороков качества лососевой икры, что порой связано с удаленностью мест обработки от мест вылова, а также сезонным возникновением предприятий-«однодневок», задача которых выпустить как можно больше икры, не заботясь о ее качестве [2].

Так, по данным Абрамовой и Копыленко [1], результаты экспертизы, проводимой в Испытательной лаборатории «ВНИРО-ТЕСТ» начиная с 2004 г., показывают, что лососевая икра, пред-

назначенная для реализации в торговой сети г. Москвы и Подмосковья, в разные годы не соответствовала требованиям нормативной документации от 30% (баночная) до 90% (бочковая). Среди органолептических показателей несоответствия качества образцов икры требованиям нормативной документации были выделены следующие: потемнение икры, жидкая консистенция; слишком вязкая консистенция; большое количество лопанца, отстой, уплотненная оболочка, затхлый запах испорченного продукта, запах сероводорода, запах дрожжей, горечь во вкусе, отличающаяся от горчинки, свойственной икре некоторых видов лососевых рыб (кижуча и нерки), посторонний химический привкус.

Одним из пороков качества икры является лопанец – наличие в икре лопнувших оболочек икринок. Одной из причин лопанца является ослабление икорной оболочки под действием автолитических процессов вследствие задержки рыбы после вылова до обработки. Оболочки икринок очень быстро теряют упругость и становятся слабыми, когда икра длительное время остается в теле снулой рыбы или сохраняется в тепле. У икры горбуши ослабление и разрушение оболочек наблюдается также при ее замораживании и последующем размораживании в результате изменения физического состояния воды, содержащейся в желточной массе. Это исключает возможность хранения свежей икры при температуре ниже 0 – минус 1°С. По данным В.Н. Дегтярева [5], среднее значение статической силы разрушения свежих икринок горбуши составляет 0,2 Н, а для соленого зерна горбуши – 0,5 Н. Также лопанец может быть вызван биологической стадией зрелости, в которой икра пребывала во время выемки – перезревшая или недозревшая. Кроме того причиной лопанца может являться чрезмерное механическое воздействие во время обработки [6]. Следствием лопанца является непривлекательный внешний вид продукта и значительные потери при обработке за счет вытекания из лопнувших икринок желточной массы.

Для предупреждения лопанца в лососевой икре следует стремиться к своевременной выемке ястыков из рыбы. Кроме того необходимо охлаждать и подсаживать слабые ястыки до пробивки, применять специальные передовые приемы пробивки зерна. Лососевую икру следует обрабатывать не позднее чем через 6–8 ч после добычи лосося, пока цвет ястыков естественный, оболочки икринок упругие, икринки разбористые, а сама рыба еще в стадии ясно выраженного посмертного окоченения. Это в основном предрешает высокое качество готовой продукции.

Особую заботу надо проявлять по отношению к икре горбуши, имеющей от природы гораздо менее прочную оболочку, чем, например, икра кеты. При этом следует отметить, что именно горбуша является наиболее массовым видом, основным сырьем для производства икры.

Задачей данного исследования являлся анализ существующих технологий обработки икры с целью выбора оптимальных режимов, обеспечивающих высокое качество готовой продукции и снижение потерь, возникающих в результате образования лопанца.

Традиция засолки икры в России появилась приблизительно в 15 веке. Рыбу вспарывали и вынимали ястык, в котором находятся миллионы икринок в природной «упаковке» из тонких пленок, клали в специальные сита и осторожно растирали руками. Икринки проваливались, а пленка оставалась в сите. Красную икру опускали в прокипяченный насыщенный раствор соли, обсушивали и перемешивали с растительным маслом, чтобы икринки не склеивались. Такая традиционная технология является основой производства зернистой лососевой икры и в настоящее время. Но режимы способы проведения технологических операций, конечно, за шесть веков усовершенствовались.

Для снижения лопанца, в первую очередь, важно направлять рыбу в обработку сразу же после вылова. После выемки и сортирования ястыков их необходимо охлаждать и закреплять для повышения прочности икринок.

Существует несколько способов охлаждения ястыков. Охлаждение пресной водой предусматривает охлаждение продукта до минус 2°С; такой способ имеет высокие теплофизические характеристики, но в воду переходят минеральные и органические вещества. Охлаждение морской водой предусматривает снижение температуры икры до минус 1°С. Морская вода содержит хлориды кальция, магния, калия, которые ускоряют просаливание и придают горький вкус. Охлаждение производят также солевым раствором плотностью 1120–1160 кг/м<sup>3</sup> температурой минус 2 ... минус 3°С. В настоящее время охлаждают икру в основном солевым раствором, так как этот способ позволяет максимально повысить прочность оболочек икринок.

Существует способ выдерживания ястыков в насыщенном растворе хлористого натрия, в который внесен хлористый кальций. Такая обработка применяется перед ферментативной обработкой икры с целью удаления пленки, покрывающей ястыки, и позволяет в последующем затруднить диффузию коллагеназы во внутренние слои оболочки, исключая ее повреждение под

влиянием ферментного препарата. При такой обработке икра в течение 12 месяцев при температуре минус 4 ... минус 8°C сохраняет высокие показатели качества: икра разбористая, с плотной оболочкой, отстой и лопанец отсутствуют.

Основной операцией, на которой оказывается максимальное механическое воздействие на икру, и, следовательно, образуется лопанец, является пробивка ястыков.

Пробивка ястыков производится с целью отделения зерна от соединительной ткани. Операцию можно производить либо вручную на бутаре, либо с помощью икропробивочной машины (например, ИПЯ-4 или НЗ-ИПЯ). В настоящее время на крупных предприятиях в технологические линии устанавливают икорные сепараторы. Процесс пробивки всегда характеризуется значительным количеством отходов и потерь (до 30%). Особенно высоки потери при проведении машинного процесса. Для пробивки икры горбуши используются грохотки с ячейей размером 6×6 – 8×8 мм.

С середины 80-х годов прошлого века в России ведутся научные исследования по выделению икры из ястыков лососевых рыб с использованием протеаз [7].

Известен способ производства икры на основе ферментативного удаления соединительной ткани ястыков, согласно которому ястыки выдерживают в растворе фермента коллагеназы из гепатопанкреаса крабов с активностью 5000–500000 единиц на 1 дм<sup>3</sup> раствора при температуре 35–40°C в течение 10–60 минут при отношении коллагеназы к сырью как 5000 единиц на 1 кг. Для осуществления процесса используется очищенный фермент. Недостатком способа является незначительный срок хранения продукции – 2 месяца, высокая стоимость ферментного препарата.

Наиболее близким по техническому решению является способ приготовления икры, включающий выдерживание ястыков в течение 5–20 минут при температуре 40°C в 0,001%-ном растворе ферментного препарата при соотношении ястыков и ферментного раствора 1:2. При такой обработке выход соленой икры составляет 82–92% от массы ястыков. В качестве фермента используют коллагенолитический ферментный препарат микробиального происхождения. Недостатком способа также является низкий срок хранения, не более 2 месяцев, после чего появляется большое количество лопанца и отстоя.

Разработан также способ обработки ястыков икры раствором трипсина. Способ предусматривает обработку ястыков раствором трипсина при температуре 8–20°C в течение 5–20 минут. Раствор трипсина содержит 50–150 единиц протеолитической активности в 1 дм<sup>3</sup>. При таком способе целые или разрезанные ястыки сроком хранения от 6 до 12 часов после разделки рыбы помещают в емкость с раствором ферментного препарата (трипсин) при соотношении сырья и ферментного раствора 1:2–1:5, перемешивают, выдерживают 5–20 минут при температуре 8–20°C, затем отделяют икринки от соединительной ткани путем пробивки, собирают икру на сетчатые поддоны, промывают 2–3-кратным количеством воды, солят в тузлуке. В качестве ферментного препарата используют трипсин из поджелудочной железы крупного рогатого скота.

Существует способ обработки ястыков ферментным препаратом, полученным из внутренностей ракообразных (креветок, лангустов, омаров, крабов) или кальмара. Применяемый для обработки ястыков икры ферментный препарат является комплексом ферментов, гидролизующих коллаген и миофибриллярные белки в диапазоне pH от 3 до 9,6. Выдерживание ястыков в ферментном препарате приводит к гидролизу белков пленки ястыков, в результате чего последняя растворяется, а икринки освобождаются без потерь со 100%-ным выходом.

Возможно обработка ястыков раствором панкреатина, что позволит сократить расходы, так как этот препарат достаточно дешев, и так же как и коллагеназа позволяет избежать повреждений икры и, соответственно, увеличить выход готовой продукции. Панкреатин – ферментный препарат, в состав которого входят панкреатические ферменты – липаза, альфа-амилаза, трипсин, химотрипсин. Панкреатин получают из поджелудочной железы свиней. Панкреатин выпускается в таблетках по 0,25 г. Одна таблетка содержит: протеазу – 12,500 ЕД, амилазу – 12,500 ЕД, липазу – 100 ЕД. Как видим, панкреатин содержит полный набор ферментов, расщепляющих белки, углеводы и жиры. Особенно много панкреатин содержит протеаз – намного больше, чем другие препараты подобного рода.

Таким образом, обработка ястыков икры ферментными препаратами для удаления соединительнотканной оболочки является перспективным направлением в технологии икорной продукции, обеспечивающим максимальный выход икры, минимальные потери. Целью наших дальнейших исследований является отработка режимов воздействия на икру ферментным препаратом трипсином как наиболее доступным с экономической точки зрения и в то же время содержащим весь комплекс ферментов, необходимых для гидролиза коллагена ястычной пленки.

## Литература

1. *Абрамова Л.С., Копыленко Л.Р.* Проблемы качества и безопасности икры лососевых рыб / Рыбная промышленность, 2009. – № 1. – С. 4–5.
2. Актуальные проблемы технологий производства зернистой лососевой икры на современном этапе // *Ефимов А.А., Лазутина Н.В., Ефимова М.В., Лысенко Д.С.* / Экономические, социальные, правовые и экологические проблемы Охотского моря и пути их решения. Матер. регион. науч.-практич. конф. 17–19 мая 2006 г. – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2006. – С. 97–100.
3. *Богданов В.Д., Карпенко В.И., Норинов Е.Г.* Водные биологические ресурсы Камчатки: Биология, способы добычи, переработка. – Петропавловск-Камчатский: Холдинговая компания «Новая книга», 2005. – 264 с.
4. *Голубев В.Н., Кутина О.И.* Справочник технолога по обработке рыбы и морепродуктов. – СПб.: ГИОРД, 2005. – 408 с.
5. *Десярев В.Н.* Прочность зерна икры лососевых рыб // Рациональное использование морских биоресурсов: Материалы конф. (25–28 марта 2002 г.). – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2002. – С. 42–47.
6. *Никитин Б.П.* Предупреждение и устранение пороков рыбных продуктов. – М.: Легкая и пищевая пром-сть, 1981. – 264 с.
7. *Стародубцева Н.Б.* Получение соленой зернистой икры лососевых с использованием протеаз: Автореф. дис. канд. техн. наук. – Владивосток: ТИПРО-Центр, 2003. – 24 с.
8. Технология обработки водного сырья / *И.В. Кизеветтер, Т.И. Макарова, В.П. Зайцев* и др. – М.: Пищевая пром-сть, 1976. – 696 с.

УДК 664.95(075.8)

### ТЕХНОЛОГИЯ РАЦИОНАЛЬНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ ГИДРОБИОНТОВ С ЦЕЛЬЮ ПОЛУЧЕНИЯ ФОРМОВАННЫХ РЫБНЫХ ПРОДУКТОВ

*Д.М. Салтанов (КамчатГТУ)*

*В статье приведен анализ литературных данных по производству формованных продуктов из гидробионтов и использованию в пищевых целях отходов от разделки рыб.*

Благодаря высокой пищевой и биологической ценности, вкусовым качествам рыба широко применяется в повседневном рационе, а также в детском и диетическом питании. По пищевой ценности мясо рыбы не уступает мясу теплокровных животных, а во многих отношениях даже превосходит его. В рыбе содержатся незаменимые аминокислоты, полиненасыщенные жирные кислоты, витамины, микро- и макроэлементы в оптимальных для организма человека соотношениях. Белок рыбы отличается хорошей усвояемостью. В процессе варки рыбы некоторая часть содержащихся в ней водорастворимых витаминов переходит в бульон, в связи с чем его целесообразно использовать для пищевых целей.

В последнее десятилетие увеличилось число людей, использующих готовые блюда и полуфабрикаты. Развитие рыбного кулинарного производства способно решить проблему комплексной переработки сырья с пониженной товарной ценностью, традиционно не используемого населением в пищу, а также вторичных продуктов переработки рыбы и выпуска из них пищевой высокопитательной, биологически полноценной продукции. Анализ данных рынка рыбных товаров показывает, что доля кулинарной продукции в целом по России составляет около 10 %.

Правительством РФ на период до 2020 г принята Концепция развития рыбного хозяйства, где особое внимание уделяется разработке и внедрению технологий продуктов питания, отличающихся высоким качеством, безопасностью на основе комплексного использования рыбного сырья.

В технологии формованных продуктов используются не только гидробионты, но и другие компоненты (натуральные пищевые продукты и продукты для повышения пищевой ценности и улучшения органолептических свойств – аминокислотные препараты, наборы минеральных веществ, витаминов, физиологически полезных балластных веществ, ароматизаторов, красителей, полиненасыщенных жирных кислот) [4,5,6,7,9,11].

Основными формованными продуктами на рынке США, Канады, Англии, Германии и неко-

торых других стран являются рыбные палочки и порции, вырабатываемые из филе тресковых рыб и другого сырья. В Англии разработана технология приготовления рыбных палочек из фарша с добавлением альгинатов, внесение которых позволяет получать готовые изделия достаточно рыхлой и одновременно прочной структуры. В Канаде кулинарную продукцию типа мороженных рыбных палочек вырабатывают из тихоокеанского и атлантического лосося, палтуса, трески и некоторых других рыб. Во Франции такую продукцию готовят из тунца и трески. В Англии для производства рыбных палочек и панированных порций стали успешно использовать путассу в виде фарша и ламинированных блоков, а также скумбрию. Эта продукция благодаря отсутствию костей используется для детского и диетического питания [2,10,11].

В последние годы в США большим спросом пользуются рыбные продукты, сваренные на пару, которые по внешнему виду и вкусу напоминают обжаренные в масле. Довольно широкое распространение в США получили рыбные пасты, в небольших объемах налажен выпуск колбас и сосисок из рыбного фарша, но особенно быстрыми темпами развивается производство быстрозамороженных готовых блюд и кулинарных изделий.

Основными видами рыбной кулинарии, вырабатываемой в Японии, являются рыбные колбасы, сосиски, пастообразные изделия, рыбная ветчина, гамбургеры и многие другие продукты. Сырьем для приготовления рыбной кулинарии в Японии служат димерсально-пелагические виды рыб – минтай, марлин, треска (наиболее массовый объект – минтай). Для производства рыбной кулинарии используются также скумбрия, сайра, тунец, кальмар и каракатица.

Пастообразные рыбные продукты издавна пользуются популярностью в Японии: существует множество рецептов приготовления традиционного пастообразного японского продукта камабоко. Наиболее популярно в Японии камабоко, обработанное паром, имеющее мясо белого цвета; продукт не предназначен для длительного хранения. Готовят и жареное камабоко, когда к растертой рыбной пасте в качестве одной из приправ добавляют сладкое сакэ и обжаривают продукт на огне до приобретения им темно-коричневого цвета.

Выпуск рыбных полуфабрикатов и кулинарных изделий получил значительное развитие и в Скандинавских странах. Рыбные котлеты, тефтели, пудинги и другие продукты, приготовленные из мяса сайды, пикши, трески и окуневых, пользуются большим спросом у населения этих стран. Наибольшее количество этой продукции выпускается в виде быстрозамороженных готовых блюд, которые реализуются предприятиями массового питания [3, 5, 9, 11].

Росту выпуска формованных продуктов из гидробионтов способствует, прежде всего, возможность использования для их производства рыб с механическими повреждениями и пищевых отходов от разделки рыбы и ракообразных, что делает технологию обработки сырья малоотходной и позволяет вырабатывать дополнительно ценную высокопитательную пищевую продукцию [1, 2, 8].

Чтобы новые пищевые продукты были положительно восприняты потребителем, они должны обладать физиологически обоснованным составом и соответствовать требованиям по органолептическим критериям. Получают такие продукты регулированием их состава и структуры. Новые продукты создают в соответствии с требованиями рационального питания, включая диетическое, лечебное и детское. В зависимости от требований потребителей получают продукты с пониженной калорийностью, низким содержанием холестерина, поваренной соли. При необходимости в их состав вводят витамины, полиненасыщенные жирные кислоты, минеральные соли, аминокислоты и другие компоненты [1,2,10].

Другое перспективное направление – создание и использование для производства формованных изделий биологически активных веществ на основе продуктов жизнедеятельности микроорганизмов. Такие препараты за рубежом известны как стартовые культуры и широко используются в колбасном производстве. Для использования в мясной промышленности разработан новый бактериальный препарат ПБ-МП, действующей основой которого являются лактобактерии. Он имеет высокую кислотообразующую способность и продуцирует большое количество карбонильных и четырехуглеродных соединений, обладает антибиотической активностью в отношении бактерий группы кишечной палочки. Наличие в препарате денитрифицирующих микроорганизмов приводит к образованию необходимого количества нитрозопигментов, стабилизирующих окраску мясных изделий, при этом срок созревания сырокопченых колбас сокращается до 17–19 суток.

В последние годы ведется активная разработка формованных изделий для детского питания, рецептуры которых должны составляться с учетом специфики метаболических, физиологических и биохимических процессов детского организма и включать количественные ограничения на содержание питательных основных элементов витаминов и минеральных веществ. Совместное использование высококачественного сырья в сочетании с компонентами растительного и молочного происхож-



дения обеспечивает высокую питательную и биологическую ценность этих продуктов [10].

В настоящее время широко применяются добавки, обеспечивающие улучшение цвета фарша, стабилизацию консистенции, повышение сочности и аромата колбасных изделий, при этом снижается количество различных пороков, появляющихся в процессе созревания, термической обработки и охлаждения колбасных изделий [1, 8].

При производстве формованных продуктов применяется глубокая разделка рыбы, которая приводит к образованию большого количества коллагенсодержащих отходов (кожа, головы, плавники, кости), которые целесообразно использовать для получения желатиноподобных веществ, применяемых в качестве структурообразующих компонентов пищевых эмульсионных систем. Внедрение таких технологий в производство позволяет не только расширить ассортимент пищевых продуктов из гидробионтов, но и решить в определенной степени актуальную задачу повышения уровня пищевого использования добываемого сырья, являющуюся приоритетной в развитии отечественной рыбной отрасли.

Рыбные бульоны проявляют поверхностную активность, зависящую от содержания в них сухих веществ и температуры. Проявляя поверхностную активность, рыбные бульоны способны образовывать эмульсии, стабильность которых зависит от концентрации сухих веществ. Также рыбные бульоны проявляют пенообразующую способность [1, 3, 12]

Кроме того, бульоны из отходов от разделки рыб способны образовывать студни. Установлено, что с увеличением в бульонах концентрации желатиноподобных веществ возрастает температура студнеобразования и температура плавления студня. Это объясняется зависимостью этих показателей от pH среды, условий выделения желатина и вида сырья, из которого он получен [2, 3, 12].

Таким образом, все структурообразующие свойства бульонов зависят, прежде всего, от содержания в них сухих веществ, представленных в основном белковыми веществами. Перспективным направлением использования бульонов является производство эмульсионных и пенообразных продуктов. Что касается студнеобразующих свойств бульонов, то низкие температуры желирования и плавления студней ограничивают возможность их использования.

На Камчатке имеется много рыбного сырья с пониженной товарной ценностью, которое не используется в пищу, а направляется на производство кормовых продуктов. Кроме того, нерационально используются отходы от разделки рыбы. Количество вылавливаемой традиционной рыбы с каждым годом уменьшается. Поэтому разработка технологии рационального использования рыбных ресурсов с целью получения формованной продукции будет актуальным направлением исследований.

При этом необходим поиск новых видов сырья пониженной товарной ценности для получения промытого рыбного фарша с целью дальнейшей переработки в формованную продукцию. Кроме того, для получения заливок из рыбных отходов возможно использование различных сред с целью сокращения процесса гидролиза коллагена.

## Литература

1. *Артюхова С.А., Богданов В.Д. и др.* Технология продуктов из гидробионтов.– М.: Колос, 2001. – 504 с.
2. *Богданов В.Д.* Рыбные продукты с регулируемой структурой. – М.: Мир, 2005. – 310 с.
3. *Богданов В.Д., Сафронова Т.М.* Структурообразователи и рыбные композиции. М.: ВНИРО, 1993. – 172 с.
4. *Борисова М.М., Бархатова Т.В., Амуров В.С.* Технологические свойства соевых белковых концентратов / Пищевые ингредиенты: сырье и добавки. № 1. 2005. – С. 48.
5. *Гранатова В.П., Запорожский А.А., Касьянов Г.И.* Теория и практика получения и применения натуральных структурообразователей / Известия вузов. Пищевая технология. № 2. 2007. – С. 5–8.
6. *Зорин С.Н., Баяржаргал М, Бурдза Е.А., Мазо В.К.* Получение и характеристика ферментативного гидролизата изолята соевых белков / Вопросы питания. № 1. 2006. – С. 10–11.
7. *Кадникова И.А., Кушева О.А., Соколова В.М.* Производство и применение агара и агарозы из дальневосточной анфельции / Пищевые ингредиенты: сырье и добавки. № 2. 2004. – С. 82–85.
8. *Косой В.Д., Малышев А.Д., Юдина С.Б.* Инженерная реология в производстве колбас: Учебное пособие для ВУЗов. – М.: Изд-во «КолосС», 2005. – 204 с.
9. *Лисовой В.В.* Совершенствование технологии структурированных продуктов питания повышенной пищевой ценности из растительного и прудового рыбного сырья: Автореф. дис. ...

канд. техн. наук. – Краснодар, 2009. – 26 с.

10. *Магзумова Н.В.* Технология производства рыборастворительных полуфабрикатов для школьного питания / Известия вузов. Пищевая технология. № 3. 2007. – С. 58–61.

11. *Степура М.В., Лобанов В.Г.* Роль функциональных свойств белков в пищевой промышленности / Известия вузов. Пищевая технология. № 5-6. 2007. – С. 28–29.

12. *Чернега Н.В.* Разработка технологии многокомпонентных консервов в гелеобразных заливках из коллагенсодержащих рыбных отходов: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. – Ставрополь, 2006. – 24 с.

## ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ РЫБНЫХ БУЛЬОНОВ

Н.С. Салтанова, О.А. Гаунова, А.А. Шаранова, К.В. Теплюк,  
А.С. Ивандюкова (КамчатГТУ)

В статье приводятся данные по исследованию влияния вида тканей наваги и сельди на структурообразующие свойства рыбных бульонов.

Исследования структурообразующей способности рыбных бульонов показывают, что они проявляют эмульгирующую, загущающую и студнеобразующую способности. В этой связи перспективным направлением использования рыбных бульонов является производство эмульсионных продуктов на их основе.

Гидролиз коллагена в водной среде зависит от различных технологических факторов: температуры, продолжительности тепловой обработки, pH среды, вида тканей рыбы [1, 2]. При использовании воды для гидролиза коллагена оптимальное соотношение воды и рыбных отходов составляет 1:1, оптимальная температура гидролиза – 100 °С, продолжительность гидролиза – 60 минут. При таком режиме бульоны имеют наилучшие показатели вязкости и массовой доли сухих веществ [1,3].

Целью работы являлось исследование свойств бульонов из отходов наваги и сельди тихоокеанской.

Объектами исследований являлись навага (*Eleginus gracilis*) и сельдь тихоокеанские (*Clupea pallasii*) и отходы от их разделки.

При исследовании влияния вида тканей на свойства бульонов из отходов наваги и сельди определяли вязкость с помощью экспресс-анализатора консистенции ЭАК-1М, содержание сухих веществ с помощью рефрактометра ИРФ-454 Б2М, температуры застудневания и плавления студней с помощью термометра.

Очевидно, что структурообразующие свойства бульонов будут зависеть от используемых частей тела рыбы (вида тканей). Данные по влиянию вида тканей на структурообразующие свойства бульонов, полученных при варке отходов в течение 60 минут и гидромодуле равном 1, приведены в таблице 1.

Таблица 1

Свойства бульонов в зависимости от вида тканей

Показатели	Навага				Сельдь			
	Вид тканей							
	Головы	Кости	Кожа	Плавники	Головы	Кости	Кожа	Плавники
Температура застудневания, °С	0	2,0	8,1	2,0	0	1,0	6,0	4,0
Температура плавления, °С	0,5	3,0	10,2	3,0	0,5	2,0	8,0	6,0
Содержание сухих веществ, %	4	10	16	10	3	6	12	8
Вязкость, ед.	8	15	22	16	8	13	20	17

Из таблицы 1 видно, что наибольшее содержание сухих веществ в бульонах, полученных из кожи наваги и сельди. При этом при термической обработке кожи получен самый вязкий бульон. Сравнивая одни и те же ткани, можно сделать вывод, что наилучшие структурообразующие свойства у бульонов из отходов наваги. С увеличением количества сухих веществ в бульоне возрастает вязкость, температуры плавления и желирования. Кроме того, из данных таблицы 1 можно сделать вывод, что наиболее приемлемыми являются бульоны, сырьем для получения которых служат кожа, кости, плавники рыб.

Таким образом, структурообразующие свойства бульонов из отходов зависят, прежде всего, от содержания в них сухих веществ. Полученные данные обосновывают возможность использования бульонов из отходов наваги и сельди в качестве поверхностно-активных сред при изготовлении эмульсионных продуктов. Что касается студнеобразующих свойств бульонов, то низкие температуры желирования и плавления студней ограничивают возможность их использования в этом качестве. Наибольшая стабильность эмульсий у систем, полученных на бульонах, содержащих сухих веществ не менее 6% (табл. 1).

В результате проведенных исследований экспериментально установлено влияние вида тканей рыбы на свойства бульонов. Обоснована возможность применения отходов наваги и сельди с целью получения эмульсионных продуктов.

### Литература

1. Богданов В.Д. Рыбные продукты с регулируемой структурой. – М.: Мир, 2005. – 310 с.
2. Богданов В.Д., Сафронова Т.М. Структурообразователи и рыбные композиции. М.: ВНИРО, 1993. – 172 с.
3. Технология продуктов из гидробионтов / С.А. Артюхова, В.Д. Богданов, В.М. Дацун, Э.Н. Ким, О.Я. Мезенова, С.А. Мижуева, А.Б. Одинцов, Т.М. Сафронова, Б.Н. Семенов, Т.Н. Слущкая, В.П. Терещенко, В.И. Шендерюк / Под ред. Сафроновой Т.М. и Шендерюка В.И. – М.: Колос, 2001. – 496 с.

УДК 664.95

## ТЕХНОЛОГИЯ СОУСОВ НА ОСНОВЕ РЫБНЫХ БУЛЬОНОВ

*Н.С. Салтанова, О.О. Попова, О.А. Гаунова (КамчатГТУ)*

*Разработаны рецептуры соусов на основе рыбных бульонов, обосновано соотношение компонентов в рецептурах. Проведена органолептическая оценка полученных соусов с использованием профильного метода.*

При тепловой обработке рыбных отходов вследствие гидролиза белковых веществ образуются водорастворимые вещества, которые переходят в бульон. Бульоны можно использовать в качестве технологических сред, оказывающих влияние на структуру продуктов, в состав которых они входят [1,2,6].

Целью исследований являлась разработка рецептур соусов на основе рыбных бульонов, обоснование соотношения компонентов в соусах.

Для приготовления соусов используют бульон, образующийся при варке доброкачественных (без признаков окисления) пищевых отходов (кожи, плавников, костей), получаемых при разделке сельди.

Соусы, представляющие собой многокомпонентные эмульсии, должны в процессе приготовления приобрести структуру, которая характеризуется высокой стабильностью (не менее 97%), густотой, вязкостью, липкостью. Совместное применение двух структурообразователей, один из которых белковой, а другой полисахаридной природы, позволяет получать эмульсионные продукты заданных структурных характеристик [2,3]. В качестве белкового компонента целесообразно использовать желатиноподобные вещества, содержащиеся в рыбных бульонах, а в качестве полисахаридов – вещества, входящие в состав морской капусты и папортника.

Схема технологического процесса получения соусов из рыбных отходов включает следующие операции: мойка отходов, термическая обработка, отделение бульона от плотной части, набор смеси ингредиентов, подготовка смеси к эмульгированию, эмульгирование.

Пищевые отходы сельди тщательно промывают в воде при температуре не выше 15°C. Промытые рыбные отходы заливают водой в соотношении 1:1 и варят в кипящей воде в течение 60 минут. Полученный в процессе варки бульон отфильтровывают и собирают в специальные емкости из нержавеющей стали. Набор смеси ингредиентов проводят согласно рецептуре.

В таблице 1 приведены разработанные рецептуры соусов на основе рыбных бульонов.

*Таблица 1*

**Рецептуры соусов**

Ингредиенты	Количество компонентов, г на 100 г		
	Рецептура 1	Рецептура 2	Рецептура 3
1	2	3	4
Бульон рыбный	40	40,9	51,9

Томатная паста 30 %-ная	28,6	9	9
Морская капуста (сырая)	–	–	20

Окончание табл. 1

1	2	3	4
Папоротник	–	25	–
Чеснок свежий измельчённый	4,6	–	–
Лук репчатый измельчённый	–	5	5
Масло подсолнечное	20	15	10
Перец черный	0,9	0,2	0,2
Перец красный	0,4	0,2	0,2
Перец душистый	0,4	0,2	0,2
Сахар-песок	3,6	3	2
Соль поваренная	1,5	1,5	1,5

Подготовка компонентов проводится следующим образом. Солёный папоротник замачивают в воде при соотношении папоротника и воды 1:2 в течение 4–8 ч. Через каждые 2 ч воду рекомендуется менять. Промытый папоротник варят в питьевой воде в течение 5–15 мин при соотношении папоротника и воды 1:2. Папоротник измельчают на волчке с диаметром отверстий решетки не более 3 мм.

Известно, что при термической обработке морской капусты теряются минеральные и органические вещества, в том числе альгиновая кислота, маннит, белок, йод [2, 3]. Поэтому использование сырой морской капусты в технологии эмульсионных продуктов позволит повысить лечебно-профилактические свойства готовых продуктов. При подготовке морской капусты её измельчают.

В бак-смеситель подается нагретое до 100°C растительное масло, бульон и другие компоненты согласно рецептуре, приведенной в таблице 1. Подготовленную смесь компонентов перемешивают и нагревают до температуры 95°C, затем эмульгируют в гомогенизаторе или механическом смесителе в течение 2–5 мин. Соус охлаждают. Соус должен иметь однородную, густую консистенцию. Цвет соуса зависит от добавляемых дополнительно ингредиентов; вкус, запах приятные, свойственные данному виду соуса.

В данных рецептурах (табл. 1) количество вносимых в качестве загустителя морской капусты и папоротника невысокое. Обоснованность уменьшения дозировки определяется уменьшением вязкости соуса и достижением абсолютной стабильности соусов. Уменьшением расхода морской капусты и папоротника положительно отражается на себестоимости готовой продукции.

Оценка структурообразующих свойств соусов из коллагенсодержащих отходов сельди проводилась органолептическим способом (устойчивость соуса, вязкость, густота, липкость). Результаты органолептической оценки с использованием профильного метода [4, 5] приведены на рис. 1.

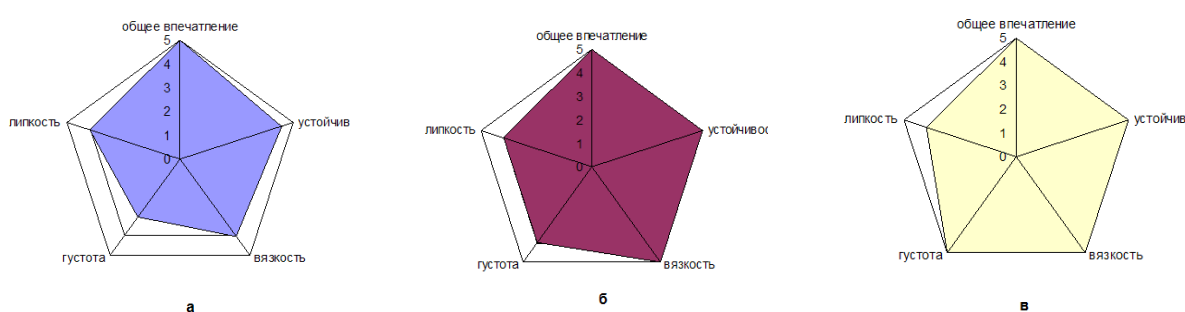


Рис. 1. Профилограммы органолептической оценки соусов: а – рецептура 1, б – рецептура 2, в – рецептура 3.

Шкала оценки вкуса: 1 – свойство не ощущается; 2 – свойство едва ощущается;

3 – свойство слабо ощущается; 4 – свойство умеренно ощущается; 5 – свойство сильно выражено.

Таким образом, в результате проделанной работы разработаны рецептуры соусов на основе бульонов из отходов сельди, обладающие высокими органолептическими свойствами и пищевой ценностью. Использование для приготовления соусов рыбных отходов позволяет комплексно и рационально использовать рыбные ресурсы.

## Литература

1. Биотехнология морепродуктов / Л.С. Байдалинова, А.С. Лысова, О.Я. Мезенова, Н.Т. Сергеева, Т.Н. Слуцкая, Г.Е. Степанова. – М.: Мир, 2006. – 560 с.
2. Богданов В.Д. Рыбные продукты с регулируемой структурой. – М.: Мир, 2005. – 310 с.
3. Богданов В.Д., Сафронова Т.М. Структурообразователи и рыбные композиции. М.: ВНИРО, 1993. – 172 с.
4. Сафронова Т.М. Органолептическая оценка рыбной продукции: Справочник. – М.: Агропромиздат, 1985. – 216 с.
5. Сафронова Т.М. Справочник дегустатора рыбной продукции. – М.: ВНИРО, 1998. – 244 с.
6. Технология продуктов из гидробионтов / С.А. Артюхова, В.Д. Богданов, В.М. Дацун, Э.Н. Ким, О.Я. Мезенова, С.А. Мижужева, А.Б. Одинцов, Т.М. Сафронова, Б.Н. Семенов, Т.Н. Слуцкая, В.П. Терещенко, В.И. Шендерюк / Под ред. Сафроновой Т.М. и Шендерюка В.И. – М.: Колос, 2001. – 496 с.

УДК 664.95(075.8)

## ТЕХНОЛОГИЯ ЧИПСОВ НА ОСНОВЕ СУРИМИ

*Н.С. Салтанова, К.В. Пысина, Е.К. Яблочкина,  
К.И. Илюшина, И.В. Кузьмина (КамчатГТУ)*

*Определено оптимальное соотношение компонентов рыбного теста для приготовления чипсов на основании реологических и органолептических исследований. Разработаны рецептуры чипсов на основе сурими.*

Обеспечение населения белковыми продуктами высокого качества – одна из главных и актуальных задач, стоящих перед перерабатывающей промышленностью. Большое значение имеет устранение потерь сырья на всех стадиях производства и реализации, а также широкое внедрение индустриальных и безотходных технологий. Рыбные фарши открывают новые возможности в области рационального использования рыбного сырья. Фаршевая продукция относительно недорогая по сравнению с другими видами рыбных полуфабрикатов, и ее производство дает возможность расширения ассортимента одновременно с созданием продуктов с заданными вкусовыми и биологическими характеристиками [1,3,6,7]. Рыбная промышленность выпускает фарш двух видов – пищевой (непромытый) и промытый рыбный фарш (сурими).

Сурими отличается высокими реологическими показателями (эластичность, липкость, водоудерживающая способность), белым цветом, отсутствием рыбных запаха и вкуса и поэтому широко используется для получения продуктов заданного состава и структуры (формованных, структурированных, эмульсионных) [2,7]. Для придания этим продуктам определенных вкусоароматических свойств в рыбные фарши добавляют различные вкусовые ингредиенты.

Целью работы являлась разработка технологии чипсов на основе сурими.

В соответствии с поставленной целью предусматривалось решение следующих задач:

- определение оптимального соотношения компонентов для рыбных чипсов на основе реологических исследований и органолептических показателей;
- разработка рецептур рыбного теста для приготовления чипсов;
- определение основных режимов получения рыбных чипсов.

Объектами исследования являлись сурими (промытый рыбный фарш), мука, растительное масло, различные вкусоароматические добавки.

Для определения оптимального соотношения компонентов для рыбных чипсов исследовали такие показатели рыбного теста, как липкость и предельное напряжение сдвига (ПНС). Для определения липкости и предельного напряжения сдвига использовали структурометр СТ-1М. Для органолептической оценки рыбных чипсов, полученных по разработанным рецептурам, использовали профильный метод [4,5].

Сурими получали по традиционной технологии [2,7]. Сырьём для получения сурими являлся минтай мороженный. Рыбу разделявали, отделяя мышечную ткань от костей, плавников и кожи, проводили грубое измельчение. Грубоизмельченный фарш промывали охлажденной до темпера-

туры не выше 10°C пресной водой. Применяли несколько циклов промывания. Продолжительность одного промывочного цикла составляла около 10 минут, а общее время промывания составляло 40 минут. После каждого промывочного цикла проводили отделение промывной воды. Полученную массу подвергали тонкому измельчению.

Для определения оптимального соотношения компонентов для рыбных чипсов использовали следующие образцы:

- образец 1: сурими – 70 %, мука – 20 %, масло растительное – 10%;
- образец 2: сурими – 60 %, мука – 30 %, масло растительное – 10%;
- образец 3: сурими – 50 %, мука – 40 %, масло растительное – 10%;
- образец 4: сурими – 40 %, мука – 50 %, масло растительное – 10%.

Влияние соотношения компонентов рыбного теста на реологические показатели приведено на рисунке 1.

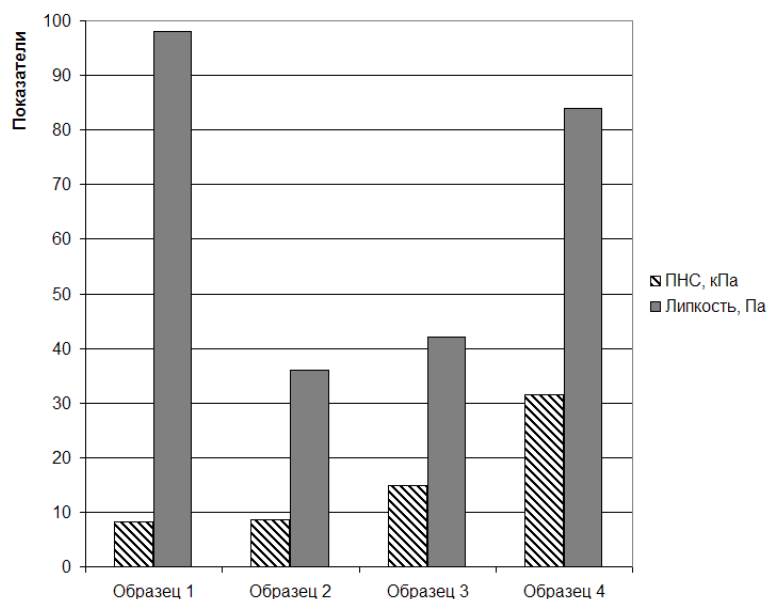


Рис. 1. Изменение реологических показателей рыбного теста при различных соотношениях компонентов

Из данных рисунка 1 можно сделать вывод, что при повышении концентрации муки предельное напряжение сдвига повышается, липкость меняется следующим образом: наименьшая при концентрации муки 30%, наибольшая – при концентрации 20%. На основании данных реологических и органолептических исследований можно сделать вывод, что наиболее оптимальным для получения рыбных чипсов является образец 2, так как при концентрациях муки 40 и 50% (образцы 3 и 4) получается слишком плотная масса и полученные из неё чипсы будут иметь слишком грубую консистенцию. Образец 1 характеризуется слишком высокой липкостью, что определяется недостаточным количеством муки в рыбном тесте.

На основании полученных данных разработана рецептура рыбного теста для приготовления чипсов (табл. 1).

Таблица 1

#### Рецептура рыбного теста

Ингредиенты	Количество компонентов, г на 100 г	
	Рецептура 1	Рецептура 2
Фарш сурими	60	60
Томатная паста 30 %-ная	-	5
Чеснок свежий измельчённый	4,5	-
Масло подсолнечное	10	10
Перец черный	0,2	0,5
Перец красный	0,1	0,1
Перец душистый	0,1	0,1
Мука	24,1	23,3
Соль поваренная	1	1

Технология получения чипсов рыбных следующая. Необходимые компоненты (согласно рецептуре) подготавливали, смешивали до получения однородной массы в эмульгаторе и направляли на термическую обработку. Термическую обработку проводили в контактном аппарате с использованием кондуктивной сушки. Продолжительность термической обработки составляла 3 минуты при температуре 150-160°C.

Полученные изделия обладали приятным внешним видом, запахом и вкусом, свойственными входящим в рецептуру компонентам.

Таким образом, в результате проведенных исследований определено оптимальное соотношение компонентов для рыбных чипсов на основе реологических исследований и органолептических показателей, разработаны рецептуры рыбного теста для приготовления чипсов, определены основные режимы и разработана технология получения рыбных чипсов.

### Литература

1. *Богданов В.Д.* Рыбные продукты с регулируемой структурой. – М.: Мир, 2005. – 310 с.
2. *Богданов В.Д., Сафронова Т.М.* Структурообразователи и рыбные композиции. М.: ВНИРО, 1993. – 172 с.
3. *Магзумова Н.В.* Технология производства рыбопродуктов полуфабрикатов для школьного питания / Известия вузов. Пищевая технология, 2007. – № 3. – С. 58-61.
4. *Сафронова Т.М.* Органолептическая оценка рыбной продукции: Справочник. – М.: Агропромиздат, 1985. – 216 с.
5. *Сафронова Т.М.* Справочник дегустатора рыбной продукции. – М.: ВНИРО, 1998. – 244 с.
6. *Степура М.В., Лобанов В.Г.* Роль функциональных свойств белков в пищевой промышленности / Известия вузов. Пищевая технология, 2007. – № 5-6. – С. 28-29.
7. Технология продуктов из гидробионтов / С.А. Артюхова, В.Д. Богданов, В.М. Дацун, Э.Н. Ким, О.Я. Мезенова, С.А. Мижуева, А.Б. Одинцов, Т.М. Сафронова, Б.Н. Семенов, Т.Н. Слуцкая, В.П. Терещенко, В.И. Шендерюк / Под ред. Сафроновой Т.М. и Шендерюка В.И. – М.: Колос, 2001. – 496 с.

УДК 664.95(075.8)

## ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ БЕЛКОВОГО ТВОРОГА НА ОСНОВЕ СУРИМИ

*Н.С. Салтанова, А.Г. Шульгина, И.В. Кузьмина,  
А. С. Коноваленко, У.В. Малиновская (КамчатГТУ)*

*В статье приводится обоснование соотношения компонентов и определение режимов получения аналога творога на основе промытого рыбного фарша.*

В настоящее время в мире существует дефицит пищевого белка. Источниками белка, сбалансированного по аминокислотному составу, являются мясо наземных животных, рыба, молоко, яйца. Молочный творог является концентратом белка, но некоторые белки молока могут быть аллергенами для детей и взрослых, кроме того, вследствие повышенного содержания ионов кальция в коровьем молоке при определенных желудочных заболеваниях образуется плотный трудно перевариваемый коагулят белка [1]. Поэтому перспективным направлением производства пищевых продуктов является создание аналогов молочных продуктов на основе рыбных фаршей.

Технология белковых коагулятов типа творогов предусматривает получение эмульсии, осаждение белка, его отделение. Белковый творог готовят на основе сурими. Сурими – это концентрат миофибриллярных белков, который готовят путем вымывания пресной водой из измельченной мышечной ткани рыб саркоплазматических белков, пигментов, ферментов, небелковых азотистых веществ, придающих в процессе хранения фаршу неприятный запах, темный цвет и способствующих реакциям окисления, гидролиза и денатурации белков [2,3,4].

Целью работы являлось обоснование соотношения компонентов и установление оптимальных режимов получения белкового творога на основе сурими.



Задачи исследований:

- анализ существующих технологий рыбного творога и выбор наиболее оптимальной;
- установление оптимальных соотношений компонентов для получения эмульсии;
- определение температуры осаждения белка;
- определение выхода творога.

Существует несколько способов получения белкового творога [1,2,4]:

– приготовление эмульсии, состоящей из рыбного бульона (37–43%), растительного масла (57–63%), измельченной ткани рыбы (28–32%), поваренной соли (2,5–3,0%); введение 70%-ной уксусной кислоты для осаждения белка (0,27–0,33%);

– приготовление эмульсии, состоящей из фарша сурими (40%), растительного масла (20%), воды (35%), поваренной соли (3%); осаждение белка 70%-ной уксусной кислотой (0,3–0,4 %), стекание влаги в течение 15–20 мин, варка полуфабриката творога в 12%-ном сахарном или 5%-ном солевом растворах в течение 10 мин;

– приготовление эмульсии, состоящей из рыбного фарша (15–25%), растительного масла (10–25%), поваренной соли (1,0–1,5%), воды (остальное); нагревание смеси при постоянном перемешивании до образования агломератов творога.

Недостатком первого способа является трудоемкость процесса, связанная с изготовлением рыбного бульона; наличие кислого вкуса, связанного с кислотной денатурацией; повышенный расход растительного масла, в результате чего получаемый продукт является достаточно жирным изделием, что не позволяет использовать его для диетического питания.

Недостатком второго способа является наличие кислого привкуса в продукте вследствие использования уксусной кислоты, что нежелательно при изготовлении детских и диетических продуктов; трудоемкость и энергоемкость процесса, связанные с процессами кислотной коагуляции, варки полученного полуфабриката для доведения до кулинарной готовности.

При применении третьего способа все перечисленные недостатки исключаются, технология позволяет избежать использования уксусной кислоты в процессе структурообразования, в результате чего продукт может быть рекомендован для детского и диетического питания; кроме того, упрощается технологический процесс изготовления за счёт исключения кислотной денатурации. Таким образом, наиболее целесообразным является третий способ получения рыбного творога (рис. 1).

Для установления оптимального соотношения компонентов сравнивались следующие образцы:

– образец 1: рыбный фарш (сурими) – 30%, растительное масло – 20%, соль – 1,5%, вода – 48,5%;

– образец 2: рыбный фарш (сурими) – 40%, растительное масло – 20%, соль – 1,5%, вода – 38,5%;

– образец 3: рыбный фарш (сурими) – 25%, растительное масло – 15%, соль – 1,5%, вода – 58,5%;

– образец 4: рыбный фарш (сурими) – 20%, растительное масло – 20%, соль – 1,5%, вода – 58,5%.

В процессе исследований установлено, что выход готового продукта составляет (от массы эмульсии):

- для образца 1 – 43,44%;
- для образца 2 – 45,32%;
- для образца 3 – 39,82%;
- для образца 4 – 29,76%.

На рисунке 2 приведена зависимость выхода готового продукта от количества сурими в рецеп-

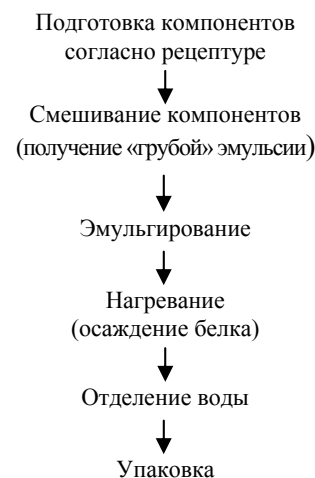


Рис. 1. Технологическая схема получения белкового творога на основе сурими

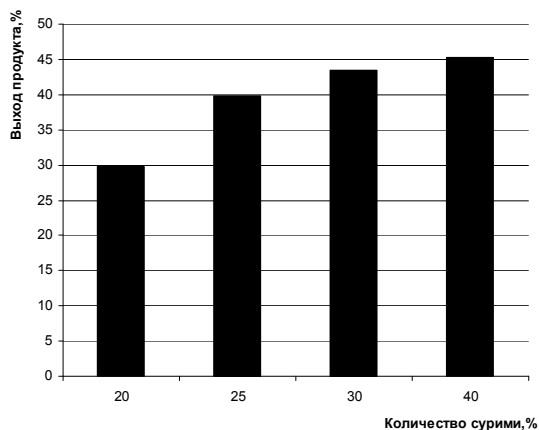


Рис. 2. Зависимость выхода готового продукта от количества сурими в рецептуре

туре.

Из рисунка 2 можно сделать вывод, что повышение содержания рыбного фарша в продукте более 25% несколько увеличивает выход продукта, но не оказывает существенного влияния на его качество, поэтому использование более 25% рыбного фарша нецелесообразно, так как это приведет к повышению стоимости продукции. Уменьшение содержания рыбного фарша до 20% приводит к значительному снижению выхода готового продукта. Поваренная соль вносится в количестве 1,5%, достаточном для формирования вкуса. Количество растительного масла практически не влияет на выход готового продукта, поэтому использование масла в количестве более 20% является нецелесообразным, так как приведёт к повышению стоимости продукции. Таким образом, наиболее оптимальным для получения белкового творога является соотношение компонентов, соответствующее образцу 3.

В процессе исследований установлена температура осаждения белка, которая составляет для всех образцов 75°C.

Полученный по данной технологии продукт имеет белый цвет, лишен рыбного запаха и вкуса, имеет структуру и внешний вид, аналогичный натуральному творогу. Его возможно употреблять при изготовлении кулинарных продуктов, в том числе сырников, вареников, десертной продукции.

### Литература

1. Биотехнология морепродуктов / Л.С. Байдалинова, А.С. Лысова, О.Я. Мезенова, Н.Т. Сергеева, Т.Н. Слуцкая, Г.Е. Степанова. – М.: Мир, 2006. – 560 с.
2. Богданов В.Д. Рыбные продукты с регулируемой структурой. – М.: Мир, 2005. – 310 с.
3. Богданов В.Д., Сафронова Т.М. Структурообразователи и рыбные композиции. М.: ВНИРО, 1993. – 172 с.
4. Технология продуктов из гидробионтов / С.А. Артюхова, В.Д. Богданов, В.М. Дацун, Э.Н. Ким, О.Я. Мезенова, С.А. Мижужева, А.Б. Одинцов, Т.М. Сафронова, Б.Н. Семенов, Т.Н. Слуцкая, В.П. Терещенко, В.И. Шендерюк / Под ред. Сафроновой Т.М. и Шендерюка В.И. – М.: Колос, 2001. – 496 с.

УДК 664.95(075.8)

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ХЛОРИДА КАЛИЯ НА ИЗМЕНЕНИЕ ХИМИЧЕСКИХ И СТРУКТУРНО-МЕХАНИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СЕЛЬДИ

*Е.Н. Соломко (КамчатГТУ)*

*В статье приводятся данные по исследованию влияния хлорида калия на изменение химических и структурно-механических показателей сельди. Установлено влияние хлорида калия на скорость процессов гидролиза белков и тендеризации мышечной ткани рыбы.*

В настоящее время в мировой практике наблюдается тенденция к снижению дозы хлорида натрия в пищевых продуктах и к увеличению выпуска малосоленой продукции [1,5].

При просаливании рыбного сырья в нём протекают биохимические процессы, в результате чего продукт приобретает особые вкусовые качества и становится пригодным в пищу без дополнительной кулинарной обработки [4].

При изготовлении пресервов, в зависимости от активности ферментной системы рыбного сырья, используют различные способы регулирования биохимического созревания (изменением температуры, величины рН среды и другими способами) [1,5].

Посол является основным видом технологической обработки сельди тихоокеанской. В тканях сельди содержится активный комплекс протеолитических ферментов, позволяющий отнести её к хорошо созревающим рыбам. Но и для сырья с активной ферментной системой необходимо регулирование процесса биохимического созревания (на начальных этапах – интенсификация с целью сокращения продолжительности технологического процесса, на последующих – замедление для увеличения сроков хранения). В качестве активатора биохимического созревания воз-

можно использование ионов калия.

Целью работы являлось исследование влияния хлорида калия на скорость процесса биохимического созревания при производстве соленой продукции.

Объектом исследований являлась сельдь тихоокеанская мороженая. Сельдь подвергали размораживанию, которое проводили двумя способами:

- способ 1 (опытный образец) – размораживание в растворе хлорида калия (концентрация 1%);
- способ 2 (контрольный образец) – размораживание в воде.

После размораживания сельдь подвергали посолу в растворе хлорида натрия концентрацией 4%.

Для характеристики изменений, происходящих в белках соленой сельди, исследовали изменение буферности по ГОСТ 19182-89 [3]. Изменение буферности сельди приведено на рисунке 1.

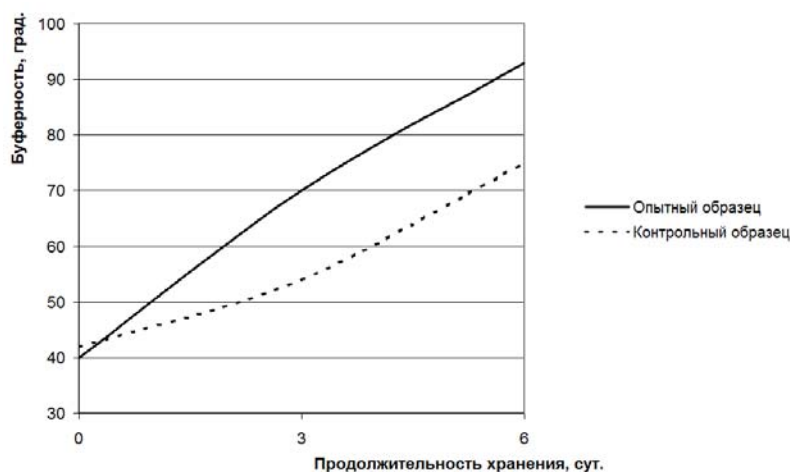


Рис. 1. Изменение буферности в процессе хранения сельди

Как следует из данных рисунка 1, при хранении опытного и контрольного образца происходит заметное увеличение буферности, что является результатом изменений, происходящих в белках, свидетельствующих о созревании рыбы. При этом можно заметить, что скорость процесса выше в опытном образце.

Биохимические процессы, происходящие при созревании рыбы, вызывают изменение реологических свойств мышечной ткани. Тендеризация мышечной ткани при созревании является важной сенсорной характеристикой. Скорость размягчения тканей рыбы напрямую зависит от активности протеаз [2]. Для характеристики изменений структурно-механических свойств при созревании исследовалось предельное напряжение сдвига (ПНС) тканей сельди, изменение которого приведено на рисунке 2. ПНС определяли на структуромере СТ-1М методом, основанным на определении усилия нагружения конуса при его внедрении на определённую глубину в продукт и установлении времени релаксации напряжений, возникших при его деформировании.

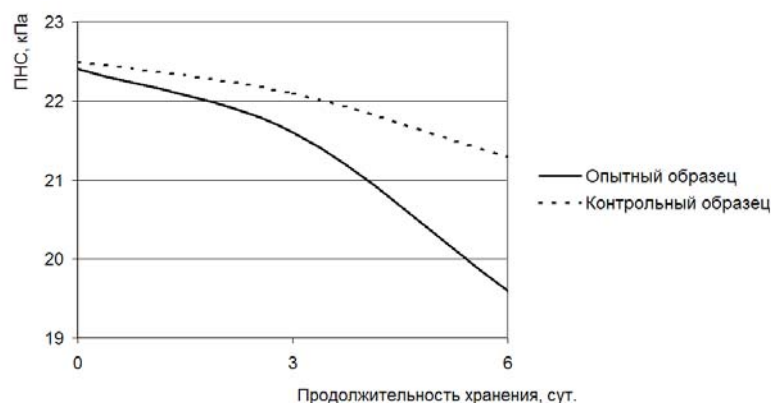


Рис. 2. Изменение предельного напряжения сдвига в процессе хранения сельди

Снижение предельного напряжения сдвига свидетельствует о размягчении тканей сельди и

приобретении нежной консистенции, при этом наиболее интенсивно процесс протекает в опытном образце.

Таким образом, в результате исследований установлено, что хлорид калия способствует ускорению процессов гидролиза белков, тендеризации мышечной ткани рыбы, что говорит об интенсификации процесса созревания.

### Литература

1. Борисочкина Л.И. Современное производство пищевой продукции из сельдевых рыб // Рыбное хозяйство. 1996. – № 5. – С. 53-56.
2. Виняр Т.Н., Калиниченко Т.П., Слуцкая Т.Н. Активность мышечных протеаз как показатель способности рыб к тендеризации в соленом виде // Химические и биохимические основы обработки гидробионтов: Изв. ТИНРО. 1995. – Т. 118. – С. 105-110.
3. ГОСТ 19182-89. Пресервы рыбные. Методы определения буферности. Введ. 01.01.90. – М.: Изд-во стандартов. 1989. – 5 с.
4. Леванидов И.П. Посол рыбы (элементы теории и практики). // Изв. ТИНРО. 1967, Т. 63. – 196 с.
5. Шендерюк В.И., Лисовая В.П. и др. Технология малосоленых деликатесных пресервов из разделанной рыбы в мелкой расфасовке // Технология деликатесных малосоленых пресервов и копченой рыбы. Сборник научных трудов. – Калининград: Изд-во АтлантНИРО, 1991. – С. 41-61.

УДК 582.272

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БУРЫХ ВОДОРОСЛЕЙ И ПРОДУКТОВ ИХ ПЕРЕРАБОТКИ

**В.Б. Чмыхалова, Е.Е. Стрелкова, А.Н Пьянкова (КамчатГТУ)**

*В статье приводятся данные об использовании бурых водорослей в различных отраслях промышленности. Большое значение уделено направлениям использования альгинатов.*

Традиционное использование бурых водорослей связано в основном с приготовлением из них пищевых продуктов. Жители стран Юго-Восточной Азии предпочитают использовать утолщенную срединную полосу слоевищ ламинарии второго года жизни, при этом сохраняют их природные компоненты. Отходы обработки водорослей – волнистые края и верхушки слоевищ – используют для получения альгиновой кислоты и других биологически активных веществ. В Японии в совершенстве налажен процесс комплексной переработки бурых водорослей: перед получением альгинатов или любой другой продукции растворимые органические и минеральные вещества экстрагируют. Экстракты после сгущения или обезвоживания используют в качестве приправы к блюдам, а также в качестве водорослевого чая [5].

В Японии и Китае до настоящего времени придается особое значение ежедневному употреблению водорослей. В отдельные периоды необходимость применения водорослей в пищу в этих странах возводилась в ранг закона, что приводило к значительному снижению заболеваний щитовидной железы, более легкому течению ряда инфекционных заболеваний, регулированию деятельности желудочно-кишечного тракта, снижению уровня гастроэнтерологических, сердечно-сосудистых заболеваний и др.

Статистикой установлено, что люди, населяющие побережья морей, имеют значительные преимущества по долголетию в связи с постоянным употреблением в пищу морепродуктов, в том числе водорослей. Пищевая и физиологическая ценность водорослей определяется содержанием в них широкого спектра биологически активных органических и неорганических компонентов. В настоящее время в пищу используют около 75 видов бурых водорослей. В Японии разработаны и используются в рационах с целью обязательной профилактики заболеваний населения около 400 наименований пищевых продуктов из водорослей [3]. Наиболее широко в странах Азиатско-Тихоокеанского региона используют в пищу ламинарию.

В России в качестве пищевых водорослей используют ламинариевые: ламинарию длинностовольную (*L. longipes*), ламинарию узкую (*L. angustata*), ламинарию японскую (*L. japonica*), циматеру японскую (*C. japonica*), ламинарию йезоенскую (*L. yezoensis*), ламинарию Гурьяновой (*L. gurjanovae*), лессонию ламинариевидную (*L. laminariaeoides*). Эти виды бурых водорослей

добывают в дальневосточных морях. В северном бассейне (Белое и Баренцево моря) добывают ламинарию сахаристую (*L. saccharina*) и ламинарию пальчаторассеченную (*L. digitata*).

В последнее время уделяют большое внимание фукусковым водорослям и начинают их использовать для приготовления деликатесных пищевых продуктов, так как они имеют пикантный вкус и обладают лечебно-профилактическими свойствами вследствие высокого содержания в них фукоидана – биологически активного вещества, препятствующего развитию опухолей.

При использовании фукусковых водорослей в качестве пищевого компонента большое значение имеет период их сбора и возраст, так как в мае и начале июня слоевища молодых фукоидов еще мягкие и зеленоватого цвета, а далее они становятся жесткими, темно-коричневыми, мало привлекательными по внешнему виду и вкусу.

Употребление различных пищевых продуктов из бурых водорослей в виде первых блюд, гарниров и салатов очень полезно. Однако в результате водной и тепловой обработки часто теряются растворимые органические и минеральные вещества, в том числе йод. Поэтому при необходимости создания полноценных продуктов питания и обеспечения с их помощью организма йодом, свободными аминокислотами, биогенными микро- и макроэлементами и другими биологически активными веществами эти вещества следует комплексно выделять из водорослей, вводить в состав пищевых продуктов и БАД или использовать водоросли в виде тонко измельченных порошков в качестве пищевых добавок [4].

В России первые сведения о пользе применения в пищу бурой водоросли ламинарии появились в начале 20-го столетия, а в 1906 уже был начат ее промысел у побережья Японского моря [2]. Наиболее значительных объемов добыча ламинарии достигла в период 1970–1989 гг. – 100–150 тыс. тонн сырой массы. Получают из нее главным образом мороженую шинкованную, а также сушеную в слоевищах и шинкованную водоросль, которую используют для приготовления консервов, кулинарных продуктов, – около 100 наименований. Ламинарию сушеную в слоевищах, шинкованную и медицинскую крупку реализуют населению через сеть магазинов и аптек. Продукцию из ламинарии транспортируют во все регионы России и СНГ, где население охотно или с небольшим желанием, но все же употребляет в составе этой продукции необходимые для организма биологически активные вещества, энтеросорбенты, минеральные элементы, в том числе йод, что особенно важно, так как йод относится к жизненно необходимым микроэлементам питания: суточная потребность в нем составляет 100–200 мкг, и за всю жизнь человек потребляет 3–5 г йода [1].

Особое внимание многие исследователи уделяют использованию водорослевых полисахаридов – альгинатов – в различных отраслях промышленности. В настоящее время известно до 100 видов альгинатов, но наиболее используемые – альгинаты натрия, кальция, калия, аммония, а для специального назначения – альгинаты цинка, меди, натрий-кальциевые, аммонийно-кальциевые, пропиленгликоль-, этиленгликоль-альгинаты. По последним данным, общий объем мирового производства альгинатов достиг 40 тыс. тонн в год. Главные производители – США, Китай, Норвегия, Франция, Япония. В пищевой промышленности используется 30% ежегодно выпускаемых альгинатов, 50% – в текстильной, остальное – в медицинской, косметической, фармацевтической отраслях.

Растворимые альгинаты широко применяют в пищевой промышленности как загустители, стабилизаторы, эмульгаторы. В последние годы открываются все новые области их применения. Благодаря хорошей растворимости в воде и высокой молекулярной массе альгинат натрия образует высоковязкие растворы. Концентрированные растворы этого полимера проявляют тиксотропные свойства – превращают золь в гель. Свойства альгинатов как загустителей используют для приготовления таких продуктов питания, как мороженое, соусы, приправы, кетчупы, майонезы, маргарины, молочные коктейли, фруктовые соки, ликеры и др. Добавление альгината (1,0–1,5%) в состав кремовых смесей, сыров повышает их устойчивость и однородность, введение альгината в состав соусов, майонезов предохраняет их от расслаивания.

Водорастворимые альгинаты вводят в состав теста для замедления процесса очерствения, в состав мармеладов и джемов. При изготовлении с альгинатами мармеладов и джемов сокращается расход студнеобразователя и улучшаются структурно-пластические свойства продукта.

Альгинаты, благодаря своим свойствам, нашли самое широкое применение в промышленности и сельском хозяйстве.

Растворы альгинатов широко используются для стабилизации эмульсий и регулирования образования кристаллов льда. Они применяются в медицине и фармакологии при изготовлении пластырей, благодаря способности связывать воду; в качестве гемостатических средств при ме-

стном применении. При пропитывании каким-либо противомикробным средством альгиновые гели способны длительное время сохранять противомикробную активность в сочетании с выраженным кровоостанавливающим действием. Используются в качестве носителей в процессе иммунизации против некоторых видов вирусов, в качестве радиозащитных средств задерживают всасывание радиоактивного стронция в кишечнике.

Альгиновые продукты находят применение в промышленности как эмульгаторы, загустители, для образования гелей, суспензий, как флокулирующие, связывающие и пленкообразующие вещества. Добавление альгина в гипс, цемент, краски, пластиры, замазки и шпаклевки облегчает работу с ними, снижает водопроницаемость, улучшает процесс смешивания, уменьшает выделение влаги во влажных материалах. Альгинаты также уменьшают образование мелких трещин в покрытиях стен в результате быстрого высыхания. Альгиновые добавки вводятся в краски, керамические глазури, сварочные стержни, в осветлители свекловичного сахара, в покрытия для семян, инсектициды, восковые эмульсии и лаки [6].

Нами приведен далеко не полный перечень областей использования бурых водорослей. В дальнейшем мы планируем провести исследования по использованию фукусковых водорослей в качестве сырья для производства сахарных кондитерских изделий и в качестве эмульгирующего компонента при производстве майонезных соусов.

### Литература

1. Биологически активные добавки в питании человека / В.А. Тутельян, Б.П. Суханов, А.Н. Австриевских, В.М. Позняковский. – Томск: Изд-во НТЛ, 1999. – 296 с.

2. Бокова Е.М., Титов В.М. Сырьевые и производственные проблемы Архангельского опытного водорослевого комбината // Материалы 1-й Междунар. конф. «Морские прибрежные экосистемы: водоросли, беспозвоночные и продукты их переработки». – М.: ВНИРО, 2002. – С. 110–116.

3. Борисочкина Л.И., Кутузова Н.А. Производство пищевой продукции из морской капусты в Японии // Экспресс-инф. Сер. Обработка рыбы и морепродуктов. 1987. – Вып. 1. – С. 1–14.

4. Подкорытова А.В., Шмелькова Л.П. Получение альгината натрия из отходов при обработке ламинариевых // Изв. ТИПРО. 19836. – Т. 108. – С. 53–56.

5. Таникава И. Продукты морского промысла. – М.: Пищ. пром-сть, 1975. – 352 с.

6. Технология рыбы и рыбных продуктов: Учебник для вузов / А.В. Баранов, И.Э. Бражная, В.А. Гроховский и др.; под ред. А.М. Ершова. – СПб.: ГИОРД, 2006. – 944 с.

УДК 34.41

### РАСЧЕТ ПРОЦЕССА КОПЧЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПОСТРОЕНИЯ I – d ДИАГРАММ

*В.Г. Чумичев, К.О. Миронюков, А.П. Лебедева (КамчатГТУ)*

*В работе приведена методика расчёта процесса холодного копчения рыбной продукции путём подбора параметров.*

Копчение – основной процесс при производстве рыбы холодного копчения. Выбор обоснованных расчетным путем параметров гарантирует высокое качество готовой продукции [5].

Исходными данными для расчета являются следующие параметры: начальная температура рыбы при подсушке и при копчении, продолжительность каждого из периодов, емкость копильной камеры и масса транспортных средств [1, 2, 5].

Условно можно разбить процесс копчения на два этапа – это процесс подсушки и процесс собственно копчения.

Первоначально произведем тепловой расчет процесса подсушки рыбы.

Массу рыбы в конце подсушки можно определить по формуле:

$$G_c = G \times 0,84, \quad (1)$$

где  $G$  – ёмкость коптильной камеры, кг.

Количество испаряемой влаги в процессе подсушки:

$$W' = G - G_c, \quad (2)$$

где  $G$  – ёмкость коптильной камеры, кг;  $G_c$  – масса рыбы в конце подсушки, кг.

Или количество испаряемой влаги в процессе подсушки в единицу времени:

$$W = \frac{W'}{\tau_n}, \quad (3)$$

где  $\tau_n$  – время подсушки, ч.

Расход тепла на подогревание рыбы при подсушке:

$$Q_1 = G_c \times c(t_2 - t_1), \quad (4)$$

где  $G_c$  – масса рыбы в конце подсушки, кг;  $c$  – удельная теплоёмкость рыбы, кДж/(кг·град);  $t_1$  – начальная температура рыбы, °С;  $t_2$  – конечная температура при подсушке, °С.

Расход тепла на подогревание рыбы при подсушке, отнесённый к 1 кг испаренной влаги [5]:

$$q_1 = \frac{Q_1}{\tau_n \cdot W}, \quad (5)$$

где  $Q_1$  – расход тепла на подогревание подсушенной рыбы, кДж;  $\tau_n$  – время подсушки, ч;  $W$  – количество испаряемой влаги в процессе подсушки, кг/ч.

Часовой расход тепла в окружающую среду:

$$Q_2 = F \times \alpha(t_{\text{н}0} - t_a)3,6, \quad (6)$$

где  $F$  – поверхность коптильной камеры, м<sup>2</sup>;  $\alpha$  – суммарный коэффициент теплоотдачи, Вт/(м<sup>2</sup>× град);  $t_{\text{н}0}$  – температура стенки, °С;  $t_a$  – температура воздуха, °С.

Расход тепла в окружающую среду, отнесённый к 1 кг испаренной влаги:

$$q_2 = \frac{Q_2}{W}, \quad (7)$$

где  $Q_2$  – часовой расход тепла в окружающую среду, кДж/ч;  $W$  – количество испаряемой влаги в процессе подсушки, кг/ч.

Часовой расход тепла на нагрев транспортного средства:

$$Q_3 = \frac{G_m \times 0,482(t_{\text{н}0} - t_a)}{\tau_i}, \quad (8)$$

где  $G_m$  – масса транспорта, кг;  $t_{\text{н}0}$  – температура стенки, °С;  $t_a$  – температура воздуха, °С;  $\tau_i$  – время подсушки, ч.

Расход тепла на нагрев транспортных устройств, отнесённый к 1 кг испаренной влаги:

$$q_3 = \frac{Q_3}{W}, \quad (9)$$

где  $Q_3$  – часовой расход тепла в окружающую среду, кДж/ч;  $W$  – количество испаряемой влаги в процессе подсушки, кг/ч.

Разность между количеством сообщённого тепла и потерями тепла, отнесённая к 1 кг испаряемой влаги:

$$\Delta = c_a \times t_1 - (q_1 + q_2 + q_3) \quad (10)$$

где  $c_a$  – удельная теплоёмкость воздуха, кДж/(кг·град);  $t_1$  – начальная температура рыбы, °С;  $q_1$  – расход тепла на нагрев рыбы при подсушке, отнесённый к 1 кг испаренной влаги, кДж;  $q_2$  – расход тепла в окружающую среду, отнесённый к 1 кг испаренной влаги, кДж;  $q_3$  – расход тепла на нагрев транспортных устройств, отнесённый к 1 кг испаренной влаги, кДж.

После определения основных параметров, строим  $i - d$  диаграмму процесса подсушки (рис. 1), при этом используем параметры наружного воздуха. Строим точку А, которая характеризует начало процесса.

Нагрев воздуха определяется линией АВ. Точка В характеризует параметры нагретого воздуха.

Из точки В проводим линию постоянной энтальпии для теоретической сушиллки до точки С

на пересечении с линией  $\phi$ , соответствующей состоянию воздуха в конце процесса.

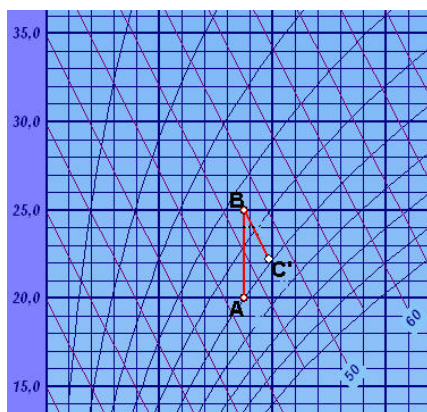


Рис.1 Состояние воздуха в процесс подсушки

Определим расход воздуха на подсушку рыбы:

$$L = \frac{1000 \times W}{d_2 - d_0}, \quad (11)$$

где  $W$  – количество испаряемой влаги в процессе подсушки, кг/ч;  $d_0$  – удельное влагосодержание наружного воздуха, г/кг;  $d_2$  – удельное влагосодержание отработавшего воздуха, г/кг.

Часовой расход тепла на нагрев воздуха:

$$Q_4 = L(i_2 - i_0), \quad (12)$$

где  $L$  – расход воздуха на подсушку рыбы, кг/ч;  $i_0$  – удельная энтальпия наружного воздуха, ккал/кг;  $i_2$  – удельная энтальпия отработавшего воздуха, ккал /кг.

Общий часовой расход тепла на подсушку рыбы:

$$Q = \frac{Q_1}{\tau_i} + Q_2 + Q_3 + Q_4 - W \times c_a \times t_a, \quad (13)$$

где  $Q_1$  – расход тепла на подогревание подсушенной рыбы, кДж;  $\tau_n$  – время подсушки, ч;  $Q_2$  – часовой расход тепла в окружающую среду, кДж/ч;  $Q_3$  – часовой расход тепла в окружающую среду, кДж/ч;  $Q_4$  – часовой расход тепла на нагрев воздуха, кДж/ч;  $W$  – количество испаряемой влаги в процессе подсушки, кг/ч;  $c_e$  – удельная теплоёмкость воздуха, кДж/(кг·град);  $t_e$  – температура воздуха, °С.

После определения основных параметров в процессе подсушки произведем тепловой расчёт процесса копчения рыбы.

Масса рыбы в конце процесса копчения:

$$G_e = G \frac{100 - 25}{100}, \quad (14)$$

где  $G$  – ёмкость коптильной камеры, кг.

Потери испаряемой влаги при копчении:

$$W_e = G_c - G_e, \quad (15)$$

где  $G_c$  – масса рыбы в конце подсушки, кг;  $G_k$  – масса рыбы в конце копчения, кг.

Учитывая продолжительность копчения, определим потери за час:

$$W = \frac{W_e}{\tau_e}, \quad (16)$$

где  $W_k$  – потери испаряемой влаги при копчении, кг;  $\tau_k$  – время копчения, ч.

Расход тепла на нагрев рыбы при копчении:

$$Q_1 = G_e \times c(t_3 - t_2), \quad (17)$$

где  $G_k$  – масса рыбы в конце копчения, кг;  $c$  – удельная теплоёмкость рыбы, кДж/(кг·град);  $t_2$  – конечная температура при подсушке, °С;  $t_3$  – конечная температура при копчении, °С.

Расход тепла на нагрев рыбы при копчении, отнесённый к 1 кг испаренной влаги:



$$q_1 = \frac{Q_1}{\tau_{\tilde{e}} \times W}, \quad (18)$$

где  $Q_1$  – расход тепла на нагрев рыбы при копчении, кДж;  $\tau_{\tilde{e}}$  – время копчения, ч;  $W$  – количество испаряемой влаги в процессе подсушки, кг/ч.

Часовой расход тепла в окружающую среду:

$$Q_2 = F \times \alpha (t_{\tilde{a}o} - t_{\tilde{a}}) 3,6, \quad (19)$$

где  $F$  – поверхность коптильной камеры, м<sup>2</sup>;  $\alpha$  – суммарный коэффициент теплоотдачи, Вт/(м<sup>2</sup>·град);  $t_{cm}$  – температура стенки, °С;  $t_{\tilde{a}}$  – температура воздуха, °С.

Расход тепла в окружающую среду, отнесённый к 1 кг испаренной влаги:

$$q_2 = \frac{Q_2}{W}, \quad (20)$$

где  $Q_2$  – часовой расход тепла в окружающую среду, кДж/ч;  $W$  – количество испаряемой влаги в процессе подсушки, кг/ч.

Часовой расход тепла на нагрев транспортного средства:

$$Q_3 = \frac{G_m \times 0,482 (t_{\tilde{a}o} - t_{\tilde{a}})}{\tau_k}, \quad (21)$$

где  $G_m$  – масса транспорта, кг;  $t_{cm}$  – температура стенки, °С;  $t_{\tilde{a}}$  – температура воздуха, °С;  $\tau_k$  – время копчения, ч.

Расход тепла на нагрев транспортных устройств, отнесённый к 1 кг испаренной влаги:

$$q_3 = \frac{Q_3}{W}, \quad (22)$$

где  $Q_3$  – часовой расход тепла в окружающую среду, кДж/ч;  $W$  – количество испаряемой влаги в процессе подсушки, кг/ч.

Разность между количеством сообщённого тепла и потерями тепла, отнесённая к 1 кг испаряемой влаги:

$$\Delta = c_{\tilde{a}} \times t_2 - (q_1 + q_2 + q_3) \quad (23)$$

где  $c_{\tilde{a}}$  – удельная теплоёмкость воздуха, кДж/(кг·град);  $t_2$  – конечная температура при подсушке, °С;  $q_1$  – расход тепла на нагрев рыбы при копчении, отнесённый к 1 кг испаренной влаги, кДж;  $q_2$  – расход тепла в окружающую среду, отнесённый к 1 кг испаренной влаги, кДж;  $q_3$  – расход тепла на нагрев транспортных устройств, отнесённый к 1 кг испаренной влаги, кДж.

Перед построением i – d диаграммы процесса копчения в определим параметры сушильно-коптильного агента при поступлении его в коптильную камеру.

Топливом является щепа влажностью 25%. Количество веществ, выделяемых при сгорании, указаны в таблице 1.

Таблица 1

Количество веществ, выделяемых при сгорании

Количество паров, %	W <sup>p</sup> = 25
Количество азота, %	N = 1
Количество углерода, %	C <sup>p</sup> = 38
Количество золы, %	A <sup>p</sup> = 0,5
Количество водорода, %	H <sup>p</sup> = 4,5
Кислород, %	O <sup>p</sup> = 31

Высшую теплотворную способность топлива определяем по формуле Менделеева:

$$Q_g^p = 81C^p + 300H^p - 26(O^p - S^p), \quad (24)$$

где  $C^p$  – содержание углерода в рабочем топливе, %;  $H^p$  – содержание водорода в рабочем топливе, %;  $O^p$  – содержание кислорода в рабочем топливе, %;  $S^p$  – содержание серы в рабочем топливе, %.

Теоретически необходимое количество воздуха для сжигания 1 кг топлива:

$$L = 0,115\tilde{N}^{\tilde{a}} + 0,34H^p + 0,043(O^p - S^p), \quad (25)$$

где  $C^p$  – содержание углерода в рабочем топливе, %;  $H^p$  – содержание водорода в рабочем топливе,

%;  $O^p$  – содержание кислорода в рабочем топливе, %;  $S^p$  – содержание серы в рабочем топливе, %.

Общий коэффициент избытка воздуха:

$$\alpha = \frac{Q_g^p \eta + c_m t_m - \left(\frac{9H^p + W^p}{100}\right) i_n - \left(1 - \frac{9H^p + W^p + A^p}{100}\right) c_2 t_2}{L \left(\frac{d_0 i_n}{1000} - i_0 + c_2 t_2\right)}, \quad (26)$$

где  $Q_g^p$  – высшая теплотворная способность топлива, ккал/кг;  $\eta$  – КПД. топки;  $c_m$  – удельная теплоёмкость топлива,  $c_T = 0,5$  ккал/( кг·град);  $t_m$  – температура топлива,  $t_T = 12$  °С;  $H^p$  – содержание водорода в рабочем топливе, %;  $W^p$  – содержание водяных паров в рабочем топливе, %;  $A^p$  – содержание золы в рабочем топливе, %;  $c_2$  – удельная теплоёмкость газов,  $c_T = 0,24$  ккал/( кг·град);  $t_2$  – температура газов,  $t_T = 31$  °С;  $i_n$  – теплосодержание водяных паров в газах,  $i_n = 595 + 0,47 t_T = 595 + 0,47 \times 31 \approx 610$  ккал/кг;  $d_0$  – влагосодержание наружного воздуха, г/кг;  $i_0$  – удельная энтальпия наружного воздуха, ккал/кг.

Влагосодержание газов при поступлении в коптильную камеру:

$$d_1 = \frac{10(9H^p + W^p + \alpha L d_0)}{\alpha L + \left(1 - \frac{9H^p + W^p + A^p}{100}\right)}, \quad (27)$$

где  $L$  – теоретически необходимое количество воздуха для сжигания 1 кг топлива, ккал/кг;  $\alpha$  – общий коэффициент избытка воздуха, кг;  $H^p$  – содержание водорода в рабочем топливе, %;  $W^p$  – содержание водяных паров в рабочем топливе, %;  $A^p$  – содержание золы в рабочем топливе, %;  $d_0$  – влагосодержание наружного воздуха, г/кг;

Строим  $i - d$  диаграмму процесса копчения (рис. 2). Параметры коптильного дыма перед копчением определяют положение точки К.

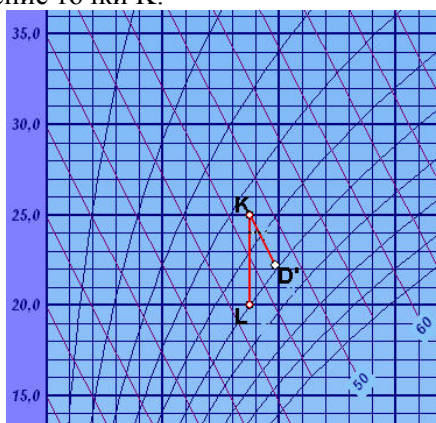


Рис.2. Состояние воздуха в процессе копчения

Процесс образования дыма определяется линией ЛК. Точка Л характеризует воздух перед образованием коптильного дыма. Из точки К проводим линию постоянной энтальпии для теоретического копчения до точки Д на пересечении с линией  $\phi$ , характеризующую состояние отработавшего коптильного дыма при выходе из камеры.

Расход газов на 1 кг испаряемой влаги составит:

$$l = \frac{1000}{d_2 - d_0}, \quad (28)$$

где  $d_0$  – удельное влагосодержание наружного воздуха, г/кг;  $d_2$  – удельное влагосодержание отработавшего коптильного дыма, г/кг.

Часовой расход газов при копчении:

$$L = l \times W, \quad (29)$$

где  $l$  – расход газов на 1 кг испаряемой влаги, кг;  $W$  – количество испаряемой влаги в процессе подсушки, кг/ч.

Удельный расход тепла на испарение 1 кг влаги:

$$q = l(i_2 - i_0) + q_1 + q_2 + q_3, \quad (30)$$

где  $l$  – расход газов на 1 кг испаряемой влаги, кг;  $i_0$  – удельная энтальпия наружного воздуха, ккал/кг;  $i_2$  – удельная энтальпия отработавшего коптильного дыма, ккал/кг;  $q_1$  – расход тепла на

нагрев рыбы при копчении, отнесённый к 1 кг испаренной влаги, ккал;  $q_2$  – расход тепла в окружающей среде, отнесённый к 1 кг испаренной влаги, ккал;  $q_3$  – расход тепла на нагрев транспортных устройств, отнесённый к 1 кг испаренной влаги, ккал.

Часовой расход тепла:

$$Q_{\text{ч}} = q \times W, \quad (31)$$

где  $q$  – удельный расход тепла на испарение 1 кг влаги, ккал;  $W$  – количество испаряемой влаги в процессе подсушки, кг/ч.

Часовой расход топлива:

$$T_{\text{ч}} = \frac{Q_{\text{ч}}}{Q_{\text{н}}^{\text{п}}}, \quad (32)$$

где  $Q_{\text{ч}}$  – часовой расход тепла, ккал/ч;  $Q_{\text{н}}^{\text{п}}$  – низшая теплотворная способность топлива, ккал/кг.

$$Q_{\text{н}}^{\text{п}} = Q_{\text{в}}^{\text{п}} - 600 \frac{9H^{\text{п}} + W^{\text{п}}}{100}, \quad (33)$$

где  $Q_{\text{в}}^{\text{п}}$  – высшая теплотворная способность топлива, ккал/кг;  $H^{\text{п}}$  – содержание водорода в рабочем топливе, %;  $W^{\text{п}}$  – содержание водяных паров в рабочем топливе, %;

Объём выходящих из печи газов:

$$V = V_0 \times L, \quad (34)$$

где  $V_0$  – объём смеси, м<sup>3</sup>/кг;  $L$  – часовой расход при копчении, кг/ч.

### Литература

1. Антипов С.Т. Машины и аппараты пищевых производств. В 2 кн. Кн. 1: Учеб. для вузов. Под ред. акад. РАСХН. В.А. Панфилова. – М.: Высш. шк., 2001. – 703 с.
2. Антипов С.Т. Машины и аппараты пищевых производств. В 2 кн. Кн. 2: Учеб. для вузов. Под ред. акад. РАСХН. В.А. Панфилова. – М.: Высш. шк., 2001. – 680 с.
3. Остриков А.Н., Абрамов О.В. Расчет и конструирование машин и аппаратов пищевых производств. Учебник для вузов. – СПб.: ГИОРД, 2003. – 352 с.
4. Поспелов Ю.В., Тушко А.А., Погонец В.И. Основы расчета и проектирования оборудования для первичной обработки рыбы. Учебное пособие. Владивосток: Дальрыбвтуз, 1985. – 118 с.
5. Единые отраслевые нормы времени и выработки на работы по производству копченой рыбопродукции", Москва "Министерство рыбного хозяйства России" 1990 г.

УДК 664.951.001

## ПЕРСПЕКТИВНЫЕ СПОСОБЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ КАЧЕСТВА РЫБНЫХ ПРЕСЕРВОВ В МАСЛЕ

*А.Г. Шульгина (КамчатГТУ)*

*В статье приведена краткая характеристика рыбных пресервов и процесса их созревания. Обозначены проблемы сохранения их качества в торговой сети. Определены пути совершенствования технологии пресервов в масле за счет использования новых средств химбиоза. Показаны результаты исследования содержания консерванта в образцах продукции.*

В связи с выходом на международный рынок, значительными переменами в структуре потребительского рынка пищевых продуктов в России, повышением уровня жизни в нашей стране в последние годы резко увеличился спрос на деликатесные дорогостоящие продукты, в том числе пресервы из рыбы и морепродуктов. Это определило необходимость совершенствовать существующие технологии производства пресервной продукции, разрабатывать новые технологии, обеспечивающие максимальное сохранение потребительских свойств, пищевой ценности при увеличении сроков хранения.

Рыбные пресервы – закусочные деликатесные соленые, пряные и маринованные продукты, плотно укупоренные в тару небольшой емкости, не подвергшиеся стерилизации. Ассортимент пресервов постоянно расширяется. Основным требованием, предъявляемым к сырью, является его способность к созреванию. Пресервы содержат мало поваренной соли, поэтому их производ-

ство должно проводиться в санитарных условиях, установленных для икорных цехов и других подобных пищевых предприятий. Основным процессом, обуславливающим специфические органолептические свойства рыбных пресервов, является биохимическое созревание, под которым понимают совокупность химических и физических изменений мышечной ткани под влиянием автолитических процессов, которые приводят к образованию определённого вкуса и запаха, а также к изменению консистенции.

Белки мышечной ткани рыбы при созревании подвергаются гидролизу в результате каталитического действия протеаз мышечной ткани и пищеварительных органов. При созревании и хранении вследствие протеолиза в мясе соленых рыб накапливаются небелковые азотсодержащие соединения разной молекулярной массы: крупные и мелкие пептиды, аминокислоты [1]. Из всего количества небелковых азотсодержащих соединений более половины – это свободные аминокислоты, немного меньше мелких пептидов – до 40% и 11–12% крупных пептидов. Продукты протеолиза, в свою очередь, являются благоприятной средой для развития гнилостной микрофлоры.

При созревании соленой рыбы происходят сложные процессы перераспределения липидов в мышечной ткани. И.П. Леванидов рассматривает это как один из признаков созревания [1]. Распределение жира на поверхности мышечных волокон, по его мнению, создает благоприятные условия для гидролиза липидов и взаимодействия с белковыми веществами или продуктами их гидролиза, что способствует образованию вкусового эффекта созревшего продукта. Ферментативные и окислительные изменения липидов соленой рыбы сопровождаются накоплением продуктов реакций – альдегидов, кетонов, летучих жирных кислот.

Основным консервирующим фактором в пресервах является поваренная соль, содержание которой допускается от 3 до 10%. Большинство микроорганизмов чувствительны к такой концентрации поваренной соли в сочетании с отрицательными температурами хранения (минус 6 ... минус 8°C). Кроме соли для предохранения от порчи в пресервы применяют средства биологического принципа консервирования – химабиоза – антисептики. В качестве антисептика в производстве пресервов в основном применяется бензойнокислый натрий (БКН) в количестве 0,1% от массы рыбы.

Однако, несмотря на наличие в пресервах бензоата натрия, пресервы весьма чувствительны к температурным условиям хранения. Отчасти это объясняется тем, что некоторые микроорганизмы мало чувствительны к бензоату (например, молочнокислые) и, если среди них находятся газообразующие, то при благоприятных температурных условиях они вызывают бомбаж [3].

Консервирующее действие бензоатов заключается в изменении pH, в результате чего создаются неблагоприятные условия для развития бактерий. Бензойная кислота в форме бензоата натрия применяется также как компонент, обладающий противогрибковым действием [5].

Ассортимент пресервов, как уже отмечалось выше, постоянно расширяется. Пресервы выпускают из самых разнообразных видов сырья, в том числе из моллюсков и водорослей. Пресервы готовят в разных соусах и заливках. Основными проблемами, сдерживающими производство пресервов, являются низкие сроки годности (от 3 до 4 мес.), а также сложности обеспечения необходимого температурного режима хранения пресервов в торговой сети, что приводит к потере качества продукции задолго до истечения сроков годности.

Основным сырьем для производства рыбных пресервов на предприятиях Камчатского края является сельдь тихоокеанская жирная. При приготовлении из нее продукции нового ассортимента – пресервов в масле возникла еще одна серьезная проблема – традиционный антисептик бензойнокислый натрий в масле не растворяется и, соответственно, не оказывает необходимого консервирующего действия, что приводит к порче продукта.

Для решения перечисленных проблем нами поставлена задача поиска других антисептиков, обеспечивающих сохранность качества ценной деликатесной продукции.

Для проведения испытаний приготовлены образцы рыбных пресервов в масле с многокомпонентными антисептиками серии «Варэкс», разработанными ООО «ВЕСТА-ВАР», в состав которых входит сорбиновая кислота. Сорбиновая кислота или ее соли не ухудшают внешнего вида, цвета или вкуса обработанной рыбы. Возможный срок хранения рыбы может быть значительно увеличен. Сорбиновая кислота как естественный компонент входит в состав некоторых плодов и ягод (например, рябины).

Для производства рыбных пресервов компания «ВЕСТА-ВАР» предлагает консерванты «Варэкс-17» и «Варэкс-18». По предложенной технологии антисептик рекомендуется вносить в тузлук на стадии посола сельди, а также дополнительно после разделки сельди выдерживать ее в растворе консерванта в слабом тузлуке (4–5% поваренной соли). Рекомендуемые количества вносимого антисептика представлены в таблице 1.

Рекомендуемые количества антисептиков при производстве рыбных пресервов в масле

Вариант	Антисептик	Количество антисептика, вносимого при посоле, г/кг рыбы	Количество антисептика, вносимого после разделки рыбы, г/кг рыбы	Общее количество консерванта, г/кг
1	«Варэкс-17»	2,5	2,5	5,0
2		2,5	3,5	6,0
3		3,0	3,0	6,0
4	«Варэкс-18»	2,5	2,5	5,0
5		2,5	3,5	6,0
6		3,0	3,0	6,0
7	«Варэкс-17»	–	6,0	6,0
8	«Варэкс-18»	–	6,0	6,0

Применение этих антисептиков должно обеспечивать хранение готовых пресервов при температуре 2–4°C, что значительно упростит процесс обеспечения качества продукции в торговой сети.

Пищевые добавки серии «Варэкс» регламентируются в пресервах по сорбиновой кислоте. В соответствии с требованиями СанПиН 2.3.2.1078 [4], содержание сорбиновой кислоты в пресервах должно быть не более 2,0 г/кг. На данном этапе проводились определения массовой доли сорбиновой кислоты в изготовленных образцах пресервов «Сельдь тихоокеанская жирная филе кусочки в масле» через 1 месяц хранения. Были исследованы восемь образцов продукции, соответствующие вариантам таблицы 1. Все образцы на данном этапе по органолептическим показателям соответствовали требованиям нормативной документации.

Для определения сорбиновой кислоты применяли стандартный метод по ГОСТ 7636 [2]. Метод основан на способности малонового альдегида, в который окисляется сорбиновая кислота в кислой среде, образовывать окрашенный комплекс с тиобарбитуровой кислотой.

Для проведения испытания в стакан брали навеску измельченного образца и растирали ее стеклянной палочкой, постепенно приливая дистиллированную воду. Смесь выдерживали 25 мин при периодическом перемешивании. В стакан добавляли водный раствор трихлоруксусной кислоты 200 г/дм<sup>3</sup> и осторожно нагревали содержимое до кипения при непрерывном помешивании. После 10 мин спокойного кипения горячую смесь фильтровали через смоченный водой бумажный фильтр в мерную колбу. Стакан и осадок на фильтре промывали кипящей дистиллированной водой, собирая промывные воды в ту же мерную колбу. Затем в колбу с фильтратом приливали раствор двуххромовокислого калия 0,02 моль/дм<sup>3</sup> и раствор тиобарбитуровой кислоты 0,02 моль/дм<sup>3</sup>. После тщательного перемешивания колбу помещали в кипящую баню и выдерживали 30 мин. Затем колбу охлаждали, объем раствора доводили дистиллированной водой до метки, жидкость перемешивали. Одновременно проводили контрольный анализ без вытяжки из продукта.

Оптическую плотность окрашенного раствора измеряли с помощью фотоэлектроколориметра КФК-2 при длине волны 532 нм. Содержание сорбиновой кислоты рассчитывали по градуировочному графику (рис. 1), построенному предварительно.

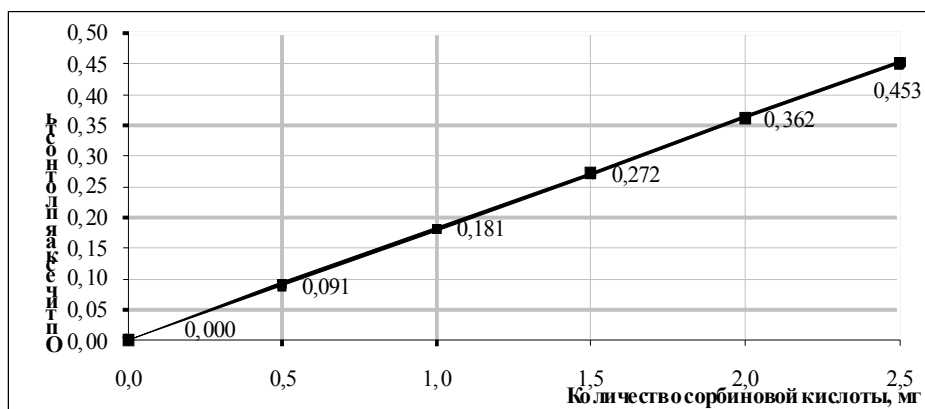


Рис. 1. Градуировочный график для определения количества сорбиновой кислоты

Массовую долю сорбиновой кислоты в процентах вычисляли по формуле

$$X = \frac{M_1 \cdot 100}{M \cdot 1000},$$

где М – масса образца продукта, взятая для приготовления вытяжки, г; М<sub>1</sub> – содержание сорбиновой кислоты, найденное по градуировочному графику, мг; 1000 – коэффициент пересчета миллиграммов в граммы.

Результаты испытаний приведены в таблице 2.

Таблица 2

**Массовая доля сорбиновой кислоты в пресервах  
«Сельдь тихоокеанская жирная филе кусочки в масле» через 1 месяц хранения**

Вариант	Внесенный антисептик	Массовая доля сорбиновой кислоты, г/кг
1	«Варэкс-17»	0,165
2		0,110
3		0,220
4	«Варэкс-18»	0,200
5		0,185
6		0,220
7	«Варэкс-17»	0,235
8	«Варэкс-18»	0,250

Как видно из таблицы 2, массовая доля сорбиновой кислоты в исследуемых образцах продукции не превышала допустимого СанПиН 2.3.2.1078 количества (2 г/кг).

В процессе исследований предполагается проводить контроль органолептических и микробиологических показателей сразу после изготовления пресервов и при их хранении через 2, 3, 4, 5 месяцев для установления предельного срока годности.

### Литература

1. Богданов В.Д., Благодравова М.В., Салтанова Н.С. Современные технологии производства соленой продукции из сельди тихоокеанской и лососевых. – Петропавловск-Камчатский: Холдинговая компания «Новая книга», 2007. – 235 с.
2. ГОСТ 7636. Рыба, морские млекопитающие, морские беспозвоночные и продукты их переработки. Методы анализа. – М.: Изд-во стандартов, 1998. – С. 36–121.
3. Никитин Б.П. Предупреждение и устранение пороков рыбных продуктов. – М.: Легкая и пищевая пром-сть, 1981. – 264 с.
4. СанПиН 2.3.2.1078. Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы. – М.: Изд-во стандартов, 2002. – 164 с.
5. Технология обработки водного сырья / И.В. Кизеветтер, Т.И. Макарова, В.П. Зайцев и др. – М.: Пищевая пром-сть, 1976. – 696 с.

УДК 664.022.33

## ИССЛЕДОВАНИЕ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА БУРЫХ ВОДОРΟΣЛЕЙ КАМЧАТКИ

*И.А. Якушева, А.А. Ефимов, М.В. Ефимова, (КамчатГТУ)*

*В статье приведены некоторые данные литературных источников по особенностям химического состава бурых водорослей. Приведены результаты собственных исследований химического состава отдельных представителей бурых водорослей Камчатки.*

Согласно прогнозам специалистов, пищевая технология будущего должна постепенно заменить традиционные способы производства пищи более экономичными методами глубокого ком-

плексного фракционирования сельскохозяйственного сырья с последующей переработкой в пищу всех содержащихся в нем питательных веществ, в первую очередь белков [20].

В последние годы во многих регионах России сложилась неблагоприятная экологическая ситуация в результате загрязненности радионуклидами и тяжелыми металлами, недостаточности обеспечения населения йод- и минералсодержащими продуктами. Несбалансированность пищевого рациона и воздействие других неблагоприятных факторов привело к увеличению количества заболеваний, связанных с дефицитом йода и ионизирующим облучением. Решить проблему структуры и качества питания, а, следовательно, улучшить качество жизни человека традиционными путями невозможно, о чем свидетельствует опыт многих экономически развитых стран. Поэтому возникла необходимость создания продуктов нового поколения – биологически активных добавок к пище (БАД), которые предназначены для обеспечения организма недостающими в рационе питания или вследствие экстремальной ситуации важными компонентами. Решение этой проблемы привело к необходимости разработки технологий получения из естественных сырьевых источников комплексов биологически активных веществ практически в чистом виде.

В связи с этим интенсивно разрабатываются технологии и рецептуры продуктов, по внешнему виду относящихся к фармпрепаратам (экстракты, порошки, таблетки, отвары и т.д.), а по содержанию и возможности их применения всеми слоями населения – к пищевым биологически активным добавкам [2].

Согласно СанПиН 2.3.2.1293–03 [13], БАД – это природные (идентичные природным) биологически активные вещества, предназначенные для употребления одновременно с пищей или введения в состав пищевых продуктов. Прием двух–трех таблеток, порошков, капсул и т. д. в день должен удовлетворять не менее трети или половины суточной потребности человека в конкретных дефицитных в питании пищевых и регуляторных веществах [2].

В основе всех современных концепций питания лежит теория сбалансированного питания, которая необходима для определения потребностей человека в пище по энергетическим, пластическим и другим компонентам, применяемая для разработки режимов рационального питания различных групп населения с учетом физической нагрузки и функционального состояния [4].

Наиболее перспективными объектами для разработки технологий БАВ в настоящее время являются гидробионты. Интерес к морским гидробионтам как источникам биологически активных веществ (БАВ) особенно возрос в конце 60-х годов после открытия простагландинов в мягких морских кораллах. С тех пор учеными выделены и изучены многие БАВ, нашедшие применение в биологии, медицине и сельском хозяйстве. Активно ведутся исследования гидробионтов и в настоящее время во многих странах мира, особенно прибрежных и островных. Признанными лидерами в данной области являются США, Япония и Россия.

Основные усилия ученых направлены на изучение и получение БАВ из морских гидробионтов, однако широкое применение и производство БАВ сдерживаются их высокой себестоимостью. Одним из путей снижения себестоимости БАВ является комплексное и рациональное использование всех органов и тканей морских гидробионтов. Такое использование позволяет расширить ассортимент выпускаемой продукции, что существенно повышает рентабельность основного производства [17, 18].

Одним из наиболее важных и перспективных объектов в хозяйственной деятельности человека являются водоросли – красные (Rhodophyta), бурые (Phaeophyta) и зеленые (Chlorophyta).

Объектом данного исследования являлись бурые водоросли, служащие незаменимым источником минеральных веществ, витаминов, йода и других биологически активных веществ. Наиболее приемлемая форма использования бурых водорослей в качестве источника комплекса минеральных веществ – это биологически активные добавки (БАД), изготовленные из натуральных экологически чистых сушеных водорослей, измельченных в крупку или порошок, а также БАД, изготовленные с добавлением экстрактов, выделенных из водорослей, содержащих растворимые БАВ. На основе порошка из натуральных бурых водорослей в последние годы разработана серия биологически активных добавок, выполняющих различные функции, главным образом функции регулятора деятельности щитовидной железы [3, 16].

Бурые водоросли – источник природных БАВ, имеющих широкий спектр воздействия на организм человека: они способны снижать артериальное давление, повышать сопротивляемость организма инфекционным заболеваниям, регулировать количество липидов в крови, а также холестерина в плазме [22, 23].

В дальневосточных морях произрастает более 161 вида бурых водорослей. По биомассе, плотности поселения, технологической ценности и доступности для промысла практическое

значение имеют около 40 видов бурых водорослей, главным образом, ламинариевые [10]. Химический состав водорослей, произрастающих на шельфе Камчатки, до сих пор планомерно не изучался. В 30-е годы прошлого века для некоторых видов были получены данные по содержанию йода. В 70–90-е годы появились разрозненные сведения по содержанию отдельных витаминов у некоторых представителей ламинариевых острова Беринга и полисахаридов у бурых и красных водорослей Авачинского, Камчатского и Озерного заливов [9].

Содержание углеводов в бурых водорослях, по данным Барашкова [1] и Подкорытовой [11], достигает 73–74%, а по данным Ключковой и Березовской [9] – до 55% от сухого вещества. Такое высокое содержание углеводов объясняется тем, что они, с одной стороны, выполняют роль основного структурного материала, входя в состав всех клеток и тканей (скелетные полисахариды), а с другой, являются запасными питательными веществами [9].

В настоящее время известно довольно много полисахаридов бурых водорослей. Из них наиболее ценной является альгиновая кислота, найденная во всех крупных бурых водорослях в количестве до 40% сухого вещества (10–35% массы сухих веществ по данным Сафроновой и Дацуна [14]). Количество альгиновой кислоты в бурых водорослях, как и маннита, колеблется в течение года от 15 до 40% [1, 7, 14], кроме того оно изменяется в зависимости от части слоевища. Альгиновые кислоты и их соли – альгинаты способны поглощать двухсот-трехсоткратные весовые количества воды, образуя гели. Среди камчатских ламинариевых наибольшее содержание альгиновых кислот наблюдается у *Alaria fistulosa* (до 24%), *Arthrothamnus bifidus* (22–25%), *Laminaria bongardiana* (20–26%) [9].

Бурые водоросли содержат значительное количество низкомолекулярных углеводов – в основном шестиатомный спирт маннит и его производные. Также в бурых водорослях содержится ламинит [1, 7, 11, 14]. Достаточно высоким содержанием маннита характеризуются дальневосточные водоросли, произрастающие у берегов Камчатки (16,3%) [19].

К азотсодержащим веществам водорослей относятся главным образом белки и свободные аминокислоты [9]. У разных видов бурых водорослей наблюдаются значительные колебания количества азотсодержащих веществ. В среднем содержание белков колеблется от 5 до 15% сухого вещества [1] или 4,4–45% в пересчете на сухое вещество по данным Ключковой и Березовской [9]. У двухлетней ламинарии, по данным Подкорытовой [11], от 10 до 16%. Белки морских водорослей отличаются от животных белков меньшим содержанием азота, поскольку в их составе преобладают аминокислоты с низким его содержанием (в частности, аспарагиновая и глутаминовая). В связи с этим переводной коэффициент у водорослей имеет более низкое значение и колеблется в зависимости от видов от 2,5 до 6,0 [9]. Исходя из анализа литературных данных, для определения содержания белковых веществ у водорослей используют коэффициент 6,25. Однако его использование искажает результаты. Тем не менее, этот коэффициент применяют очень широко [1, 9]. Наиболее высокое содержание белков у бурых водорослей наблюдается у представителей рода *Alaria* – до 15% [9].

Состав свободных аминокислот бурых водорослей отличается видовой специфичностью. У водорослей обнаружено от 15 до 20 индивидуальных аминокислот [1, 9], а по данным Сафроновой и Дацуна [14] – до 23 аминокислот. Найден хондрин, таурин, новая основная аминокислота ламинин, этаноламин и холин, глутаминовая кислота, аланин, аспарагиновая кислота, серин и аргинин. В составе белков преобладают моноаминодикарбоновые кислоты – аспарагиновая и глутаминовая, моноаминомонокарбоновая кислота аланин [1, 9, 14], также глицин. С возрастом содержание свободных аминокислот увеличивается, а белка уменьшается [1]. Из свободных незаменимых аминокислот в ламинариях больше всего содержится треонина и фенилаланина, затем лизина, валина, лейцина, изолейцина. В следовых количествах содержится метионин. Триптофан отсутствует. По составу незаменимых аминокислот ламинарии имеют очень низкое пищевое значение [14].

В составе свободных аминокислот изученных Ключковой и Березовской камчатских видов обнаружено до 18 аминокислот. У *Laminaria bongardiana* (*Saccharina bongardiana* [15]) наиболее высоко содержание глутаминовой и аспарагиновой аминокислот [9].

В состав белков входят обычные аминокислоты. Некоторая качественная особенность бурых водорослей состоит в том, что они содержат заметные количества моно- и дийодаминокислот. Среди них моно- и дийодтирозин, дийодтиронин и тироксин [1, 8]. Из-за наличия этих аминокислот белки водорослей полезнее для организма человека, чем белки наземных растений, поскольку они обладают повышенной гормоноподобной активностью, но в то же время их пищевая ценность значительно ниже [9].

Содержание липидов в бурых водорослях зависит от внешних условий и физиологического состояния растений. Чем выше на литорали произрастает растение, тем больше в нем липидов.



Кроме того, они накапливаются в период образования спор. В среднем содержание липидов невелико и составляет 1–3% [1, 11] или 0,4–4,8% от сухого вещества [9]. Большая часть липидов – триглицериды ненасыщенных жирных кислот, относящихся в основном к типу линолевой и линоленовой кислот [1, 21]. По содержанию ненасыщенных кислот бурые водоросли занимают промежуточное положение между зелеными и красными водорослями [1]. По данным Кизеветтера [7], триглицеридов водоросли не содержат. Жирные кислоты липидов бурых водорослей на одну треть представлены ненасыщенными жирными кислотами, среди которых преобладают пальмитиновая и миристиновая [14].

По данным Ключковой и Березовской [9], содержание липидов у некоторых камчатских бурых водорослей составляет 0,4–2,0%. У представителей рода *Alaria* содержание липидов несколько ниже, чем у *Laminaria*. Сезонные изменения содержания липидов были определены у *Laminaria (Saccharina) bongardiana*. Минимальное их количество наблюдалось ранней весной, а к сентябрю оно увеличивалось. Это свидетельствует о том, что изменение содержания липидов по сезонам находится в обратной зависимости от накопления белковых веществ. У бурых водорослей больше, чем у красных, линолевой и  $\alpha$ -линоленовой кислот [9].

Из пигментов в бурых водорослях содержится хлорофилл *a*, хлорофилл *c*, каротиноиды – фукоксантин и фикофеин, неоксантин, неофукоксантин,  $\alpha$ - и  $\beta$ -каротины [1, 7]. Водоросли содержат каротиноиды в хлоропластах или вне их [14]. Содержание каротиноидов возрастает по мере увеличения глубины произрастания водоросли [1, 7].

В тканях растущих бурых водорослей воды содержится, по данным Кизеветтера, от 75 до 82% [7], а по данным Подкорытовой [11] от 60 до 93%. Содержание воды в тканях бурых водорослей зависит от вида, места произрастания, физиологического состояния, формы таллома и внешних условий. С возрастом содержание воды в них уменьшается [8]. Содержание воды в камчатских растущих водорослях 79–88% и 86–91% в водорослях из штормовых выбросов.

Сухие вещества водорослей состоят из органических (61,2–83,7%) и минеральных (16,3–38,8%) веществ [11]. Сухие вещества в тканях растущих водорослей, по данным Ключковой и Березовской, составляли 12–21%, а в штормовых выбросах – 9–14% [9].

Бурые водоросли – естественные концентраторы минеральных элементов и способны накапливать их в количестве, значительно превышающем содержание в морской воде [12]. Содержание золы в бурых водорослях составляет в среднем 20–35% [1, 9, 14]. Отмечаются большие сезонные колебания содержания золы, а также составляющих ее компонентов – йода и калия. Сильно влияют на содержание золы и ее компонентов также внешние условия. Опресненность вызывает снижение содержания золы, и наоборот. Максимальное накопление минеральных веществ у камчатских видов бурых водорослей составляет 35% от сухой массы, минимальное – 18–20%. Водоросли накапливают многие элементы очень активно. Для бурых водорослей характерно избыточное содержание калия, магния, серы и хлора [1, 9, 14]. Содержание йода в водорослях до 1,5%. Значительная часть поглощенного йода оказывается в составе йодаминокислот и йодидов. Из общего содержания йода в водорослях на долю органически связанного у *Laminaria* приходится 20–25%, у *Fucus* – 10% [1, 9]. У *Saccharina bongardiana* содержание йода более 0,1%, поэтому ее можно рассматривать как потенциальное сырье для получения йода и йодсодержащих продуктов [11].

Ферменты изучены слабо. Имеется каталаза, карбогидраза, пирофосфатаза, дегидрогеназа, трансаминаза [9]. Из витаминов обнаружены аскорбиновая кислота до 500 мг%, витамин А до 11 мг/кг сырого вещества, рибофлавин – 6 мг/кг и биотин 15 мг/кг. Также в незначительных количествах содержатся витамин D<sub>3</sub>, витамин Е (7–650 мг на 1 кг сухого вещества), никотиновая кислота, витамин В<sub>12</sub>, также конъюгированные птерины типа фолиевой кислоты (до 2 мкг/г сухого вещества) и неконъюгированные птерины типа биоптерина (до 2 мкг/г сухого вещества) [1, 9, 14].

У камчатской *Laminaria (Saccharina) bongardiana* содержание витамина С в свежесобранных летних образцах довольно высоко – 26 мг%. Содержание витамина В<sub>2</sub> до 0,45 мг% [9]. В таблице 1 приведены литературные данные химического состава *Laminaria (Saccharina) bongardiana*.

Таблица 1

Химический состав *Laminaria (Saccharina) bongardiana* (июнь–август) [11]

Название вида	Содержание, %		Содержание, % сухой массы					
	Вода	Сухие вещества	Зола	Органические вещества	Альгиновая кислота	Маннит	Азотистые вещества	Йод
<i>Saccharina bongardiana</i>	85,5	14,5	30,3 ± 2,3	69,7 ± 4,8	25,2 ± 1,8	15,0 ± 0,8	9,5 ± 0,4	0,15 ± 0,01

Из данных таблицы 1 видно, что бурые водоросли *Saccharina bongardiana* являются очень перспективным источником для получения биологически активных веществ.

**Целью** наших исследований являлось определение общего химического состава некоторых представителей бурых водорослей Камчатки для определения путей их использования как сырьевого источника.

**Объектами исследований** являлись бурые водоросли – сахарина Бонгарда (*Saccharina bongardiana*), алярия узкая (*Alaria angusta*) и десмарестия промежуточная (*Desmarestia intermedia*), собранные в Авачинской губе, районе бухты Малолагерной в октябре 2010 г.

**Методы исследования.** Отбор проб для испытаний проводили по ГОСТ 20438 [5]. Определение массовой доли воды, золы и общего азота проводили по ГОСТ 26185 [6].

Метод определения массовой доли воды основан на испарении воды из образца при тепловой обработке (температура 100–105°C) и определении изменения массы образца взвешиванием.

В таблице 2 представлены результаты определения массовой доли воды у водорослей-сырца, воздушно-сухих и мороженых водорослей после размораживания.

Таблица 2

**Содержание воды в образцах бурых водорослей**

Виды водорослей	Содержание воды, %		
	Водоросли-сырец	Водоросли воздушно-сухие	Водоросли размороженные
<i>Saccharina bongardiana</i>	90,80	10,90	73,50
<i>Alaria angusta</i>	–	–	81,75
<i>Desmarestia intermedia</i>	–	–	82,40

Из данных таблицы 2 видно, что в сравнении с данными Подкорытовой (табл. 1), у водорослей, собранных в октябре, содержание воды более чем на 5% оказалось выше. В целом результаты согласуются с литературными данными.

Массовую долю золы определяли методом, основанным на сжигании образца, удалении органических веществ из навески и определении золы взвешиванием.

В таблице 3 представлены результаты определения массовой доли золы у водорослей-сырца.

Таблица 3

**Содержание золы в образцах бурых водорослей**

Виды водорослей	Массовая доля золы, %
<i>Saccharina Bongardiana</i>	27,10
<i>Alaria angusta</i>	33,90
<i>Desmarestia intermedia</i>	27,10

Из данных таблицы 3 видно, что содержание золы в бурых водорослях согласуется с литературными данными [1, 9, 14].

Массовую долю общего азота определяли методом, основанным на окислении органического вещества при сжигании его в серной кислоте в присутствии катализатора, отгонке образующегося аммиака и улавливании его титрованным раствором серной кислоты с последующим обратным титрованием избытка ее. По количеству связанной аммиаком кислоты судили о массовой доле азота в навеске исследуемого образца. В табл. 4 представлены результаты определения массовой доли общего азота у воздушно-сухих и мороженых водорослей после размораживания.

Таблица 4

**Содержание общего азота в образцах бурых водорослей (в пересчете на сухое вещество)**

Виды водорослей	Массовая доля общего азота, %	
	Водоросли воздушно-сухие	Водоросли размороженные
<i>Saccharina Bongardiana</i>	0,60	1,91
<i>Alaria Angusta</i>	–	2,82
<i>Desmarestia intermedia</i>	–	1,82

Из данных таблицы 4 видно, что в пересчете на белок (3,75–11,9% от сухого вещества) содержание общего азота согласуется с литературными данными [1, 11].

Таким образом, в результате проведенных анализов в исследуемых образцах бурых водорослей Камчатки определен общий химический состав (массовая доля воды, массовая доля золы, массовая доля общего азота). Полученные результаты согласуются с литературными данными. Дальнейшие исследования предполагается направить на определение содержания отдельных компонентов водорослевого сырья и их изменений в процессе получения водорослевых гидролизатов.

### Литература

1. *Барашков Г.К.* Сравнительная биохимия водорослей. – М.: Пищевая промышленность, 1972. – 336 с.
2. Биологически активные добавки в питании человека / В.А. Тутельян, Б.П. Суханов, А.Н. Австриевских, В.М. Позняковский. – Томск: Изд-во НТЛ, 1999. – 296 с.
3. *Вишневецкая Т.И.* Комплексная технология йод- и альгинатсодержащих продуктов из бурых водорослей дальневосточных морей: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. – Владивосток, 2003. – 24 с.
4. Влияние нанотехнологических добавок морского генеза на свойства эмульсионных продуктов / Т.К. Каленик, А.Г. Вершинина, Е.В. Масленникова, Н.М. Шевченко // Пищевая промышленность. 2009. – № 9. – С. 30–32.
5. ГОСТ 20438. Водоросли, травы морские и продукты их переработки. Правила приемки. Методы отбора проб для лабораторных испытаний. – М.: Изд-во стандартов, 1990. – 8 с.
6. ГОСТ 26185. Водоросли морские, травы морские и продукты их переработки. Методы анализа. – М.: Изд-во стандартов, 1988. – С. 180–230.
7. Киззеветтер И.В. Технология обработки водного сырья. – М.: Пищевая промышленность, 1976. – 696 с.
8. *Киззеветтер И.В., Суховеева М.В., Шмелькова Л.П.* Промысловые морские водоросли и травы дальневосточных морей. – М.: Легкая и пищевая пром-сть, 1981. – 112 с.
9. *Клочкова Н.Г., Березовская В.А.* Водоросли Камчатского шельфа. Распространение, биология и химический состав. – Владивосток; Петропавловск-Камчатский: Дальнаука, 1997. – 154 с.
10. *Клочкова Н.Г.* Водоросли-макрофиты дальневосточных морей России. Автореф. дис. ... д-ра биол. наук. – Владивосток, 1998. – 51 с.
11. *Подкорытова А.В.* Морские водоросли-макрофиты и травы. – М.: ВНИРО, 2005. – 175 с.
12. *Саенко Г.Н., Корякова М.Д., Макиенко В.Ф. и др.* Концентрация поливалентных металлов морскими водорослями в заливе Восток / Морская биология. 1976. – Т. 34. – С. 169–176.
13. СанПиН 2.3.2.1293–03. Гигиенические требования по применению пищевых добавок. Санитарно – эпидемиологические правила и нормативы. – М.: Минздрав России, 2005. – 416 с.
14. *Сафронова Т.М., Дацун В.М.* Сырье и материалы рыбной промышленности. – М.: Мир, 2004. – 274 с.
15. *Селиванова О.Н., Жигадлова Г.Г., Хэнсен Г.И.* Пересмотр систематики водорослей порядка *Laminariales (Phaeophyta)* из дальневосточных морей России на основании молекулярно – генетических данных / Биология моря. 2007. – Т. 33. – № 5. – С. 329–340.
16. *Тейге Т.В.* Профилактика и лечение эндемического зоба у детей с применением биологически активных веществ морских гидробионтов: Автореф. дис.... канд. мед. наук. – Владивосток, 2000. – 26 с.
17. Технология комплексной переработки гидробионтов / Т.М. Сафронова, В.Д. Богданов, Т.М. Бойцова, В.М. Дацун, Г.Н. Ким, Э.Н. Ким, Т.Н. Слуцкая. – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2004. – 365 с.
18. Технология продуктов из гидробионтов / С.А. Артюхова, В.Д. Богданов, В.М. Дацун, Э.Н. Ким, О.Я. Мезенова, С.А. Мижуева, А.Б. Одинцов, Т.М. Сафронова, Б.Н. Семенов, Т.Н. Слуцкая, В.П. Терещенко, В.И. Шендерюк / Под ред. Сафроновой Т.М. и Шендерюка В.И. – М.: Колос, 2001. – 496 с.
19. *Усов А.И., Клочкова Н.Г.* Бурые водоросли Камчатки как источник маннита / Биоорганическая химия. 1994. – Т. 20. – С. 1236–1240.
20. *Усов А.И., Чижов О.С.* Химические исследования водорослей / Химия. – М.: Знание. 1988. – № 5. – С. 3–37.
21. *Хотимченко С.В.* Липиды морских водорослей-макрофитов и трав. Структура, распределение, анализ. – Владивосток: Дальнаука, 2003. – 230 с.

22. Caccamese S., Toscano R.M., Furnarig R. et al. Antimicrobial activities of red and brown algae from southern Italy coast / Bot. Mar. 1985. – Vol. 28. – № 11. – P. 505.

23. Deacon-Smith R.A., Lee-Potter J.P., Pogers D.J. Anti-coagulant activity in extracts of British marine algae / Bot. Mar. 1985. – Vol. 28. – № 8. – P. 333.

УДК 664.022.33

## ИССЛЕДОВАНИЕ ПИГМЕНТНОГО СОСТАВА ОТДЕЛЬНЫХ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ БУРЫХ И КРАСНЫХ ВОДОРОСЛЕЙ КАМЧАТКИ

*И.А. Якушева, А.А. Ефимов, М.В. Ефимова, (КамчатГТУ)*

*В статье приведены некоторые данные литературных источников по особенностям пигментного состава бурых и красных водорослей, значение и функции отдельных пигментов, возможности их применения в технологиях. Приведены результаты собственных исследований пигментного состава водорослей.*

Водоросли являются ценным сырьем для получения различных биологически активных веществ. Особенности химического состава водорослей обусловили повышенное внимания к ним как к сырью для производства пищевых продуктов, а также пищевых добавок, представляющих собой как самостоятельно выделенные компоненты (соли альгиновой кислоты, манит, агар, ламинарин и др.), так и комплексные добавки, в состав которых входит целый спектр биологически активных веществ (пищевая водорослевая мука, крупка, порошок, гидролизаты и др.).

Альгофлора прикамчатских вод характеризуется высоким разнообразием видов и обширным накоплением фитомассы. Это обуславливает возможность и необходимость всестороннего исследования водорослей не только как биологических объектов, но и как сырьевых источников. Высокие запасы в прикамчатских водах образуют бурые и красные водоросли.

К бурым водорослям (*Phaeophyta*) относятся многочисленные, преимущественно макроскопические водоросли [6, 18], общим внешним признаком которых служит окраска их слоевищ, вызванная наличием у них большого количества бурого пигмента [6] – фукоксантина. Различные соотношения фукоксантина с хлорофиллом (хлорофилл *a*, хлорофилл *c*) и каротиноидами (ксантофилл и  $\beta$ -каротин) обуславливают различную окраску водорослей: от оливково-зеленой до темно-бурой [1, 17, 18].

В настоящее время известно более 240 родов и 1500 видов бурых водорослей [6,17]. В дальневосточных морях произрастает около 200 видов бурых водорослей. Однако по запасам, технологической ценности и доступности для промысла практическое значение имеют лишь около 30 из них, представленные главным образом ламинариевыми [8; 13].

На Дальнем Востоке заготавливают ламинарию японскую (*Laminaria japonica*), ламинарию сахарину (*Laminaria saccharina*) (в настоящее время называется сахарина Бонгарда (*Saccharina bongardiana*) [16]) и охотоморскую ламинарию (*Laminaria ochotensis*) [3].

Сахарина Бонгарда (*Saccharina bongardiana*) является одним из самых распространенных в прибрежных водах Камчатки и Командорских островов видов ламинариевых водорослей. Характеризуется чрезвычайной эвритопностью и растет в широком диапазоне прибойности и глубин на литорали, в литоральных ваннах, в сублиторальной кайме и в сублиторали до глубин 4–5 м. Заселяет разнообразные грунты, хорошо переносит опреснение. Относится к числу основных промысловых видов камчатской альгофлоры. Может использоваться для изготовления самой разнообразной пищевой продукции. Благодаря высокому содержанию йода, ценных полисахаридов, разнообразию витаминов, может применяться для приготовления лечебно-профилактических препаратов с высокой биологической активностью.

Десмарестия промежуточная (*Desmarestia intermedia*) является обычным для Камчатки видом. Самостоятельных зарослей не образует, встречается единичными кустами на галечно-валунном и скалистом грунтах, на глубинах 2–7 м, в прибойных и полуприбойных местообитаниях. Некоторые исследователи считают, что этот вид является тихоокеанской популяцией широко распространенного в Атлантике *D. aculeate* [9].

Красные водоросли (*Rhodophyta*) – многоклеточные морские растения, своим названием обязаны содержащемуся в них красному пигменту фикоэритрину, различные соотношения

которого с хлорофиллом и синим пигментом фикоцианином обуславливают цвет красных водорослей – от ярко-малинового до синеватого [1].

По литературным данным, в бурых водорослях содержится хлорофилл *a*, хлорофилл *c*, каротиноиды – фукоксантин и фикофеин, неоксантин, неофукоксантин,  $\alpha$ - и  $\beta$ -каротины [1,7].

Пигментный состав красных водорослей отличается меньшим разнообразием. Красные водоросли, кроме фикоэритрина и фикоцианина, содержат хлорофилл *a*, фукоксантин,  $\alpha$ - и  $\beta$ -каротины, небольшое количество хлорофилла *d* [1].

Хлорофиллы, магнийзамещенные производные порфирина, являются основными фотосинтетическими пигментами. Максимум поглощения хлорофилла – 680 нм. Известно 10 различных структурных форм хлорофиллов (хлорофиллы *a*, *b*, *c*, *d*, *e*, бактериохлорофиллы *a*, *b*, *c*, *d* и протохлорофилл). Кроме того, обнаружено около 10 спектрально различных форм хлорофилла *a*, из них 4 формы считаются универсальными (спектр поглощения 661, 670, 678, 683 нм).

Хлорофилл *a* – универсальный пигмент высших растений и водорослей. У некоторых водорослей (синезеленые, отдельные группы красных водорослей) он представляет единственную форму хлорофилла. В органических растворителях максимум поглощения хлорофилла *a* приходится на красную область спектра – 660–665 нм.

Хлорофилл *b* – дополнительный пигмент высших растений и водорослей. От хлорофилла *a* он отличается наличием альдегидной группы вместо метильной во втором пиррольном кольце. Максимум поглощения в красной области сдвинут в более коротковолновую часть – 645 нм (в ацетоне, спирте).

Хлорофилл *c* выделен из бурых и диатомовых водорослей, у которых он выполняет функцию дополнительного пигмента, подобно хлорофиллу *b* у высших растений. Хлорофилл *c* представляет смесь двух компонентов –  $c_1$  и  $c_2$ . Они спектрально различны, каждый из них имеет три полосы поглощения:  $c_1$  – 444,5 нм, 578,6 нм, 628,2 нм;  $c_2$  – 448,5 нм, 581,8 нм, 628,8 нм.

Хлорофилл *d* – отличается от хлорофилла *a* наличием альдегидной группы. Максимум поглощения в органических растворителях лежит в красной области спектра – 686 нм.

В спектрах хлорофиллов *a* и *b* главными являются две интенсивные полосы поглощения – в красной области спектра (640–700 нм) и в синей области – так называемая «полоса Сорэ» (400–450 нм). У хлорофилла *b* оба максимума расположены между двумя максимумами поглощения хлорофилла *a*, что определяет различия в их окраске – сине-зеленый оттенок у хлорофилла *a* и желто-зеленый у хлорофилла *b*.

В последнее время установлено, что хлорофилл обладает стимулирующим и тонизирующим действием, оказывает бактериостатическое действие [12]. Производные хлорофилла используются в медицине для фототерапии рака [10]. В литературе описано бактерицидное и антиоксидантное действие хлорофилла. Хлорофилл применяется как пигмент для окраски мыла, масел, жиров, кремов, алкогольных и безалкогольных напитков, косметических средств, одеколona, духов, в качестве дезодоранта и в других целях [4]. В настоящее время хлорофилл получают из высших растений.

Согласно СанПиН 2.3.2.1293 [14], хлорофиллы можно добавлять в некоторые виды сыров, овощи в уксусе, рассоле или масле, за исключением оливок, в джемы, желе, мармелады и другие подобные продукты. Важно отметить, что для пищевого красителя хлорофилла (E140) не установлен максимальный уровень в продуктах питания. Его применение должно осуществляться в соответствии с технологической инструкцией. Добавляемое количество не должно превышать уровень, необходимый для достижения технологического эффекта в соответствии с современной технологией производства пищевых продуктов.

Фикобилины – фикоэритрин, фикоцианин и аллофикоцианин [11] – вспомогательные фотосинтетические пигменты [15]. По своей химической природе являются белками [1], входят в состав пигментных систем синезеленых и красных водорослей, где вместе с хлорофиллом *a* выполняют функции фоторецепторов в фотосинтезе [2]. Фикобилины представляют группу тетрапиррольных пигментов с открытой цепью. Они не содержат металла, отдельные пиррольные ядра соединены метиловыми и метиленовыми мостиками. Фикобилины входят в состав фикобилипротеидов. Основным пигмент данной группы – фикоцианин (синего цвета) – это комплекс фикоцианобилина с белком, максимум его поглощения лежит в области 630 нм. Фикоэритрин (красного цвета) – комплекс фикоэритробилина с белком, максимум его поглощения – 570 нм. К фикобилинам также относят аллофикоцианин – пигмент синего цвета, максимум поглощения которого – 650 нм. Количество фикобилинов может быть в несколько раз больше, чем основного фотосинтетического пигмента хлорофилла [1].

Спектры поглощения фикобилинов имеют, как правило, один главный максимум, расположенный в желто-зеленой области спектра, не поглощаемой хлорофиллами.

Для фикобилипротеинов характерна яркая флуоресценция: для фикоэритрина – оранжевая с максимумом около 575 нм, для аллофикоцианина – красная с максимумом 660 нм. При денатурации белка и нарушении связей простетические группы фикобилинов теряют способность флуоресцировать [11].

Каротиноиды представляют большую и разнообразную группу желтых, оранжевых, красных пигментов, поглощающих коротковолновую часть видимой области спектра (400–550 нм). У большинства каротиноидов спектр поглощения имеет главный максимум – 480 нм [11]. Водоросли содержат каротиноиды в хлоропластах или вне их [15]. Содержание каротиноидов возрастает по мере увеличения глубины произрастания водоросли [1, 7]. У некоторых водорослей накапливаются кетокаротиноиды, в том числе астаксантин, а также ацетиленовые, или алленовые, каротиноиды, например, фукоксантин бурых водорослей [15].

Все каротиноиды являются жирорастворимыми пигментами и хорошо растворяются в полярных (спирт, ацетон, этиловый эфир) и неполярных (бензин, петролейный эфир) растворителях [11]. Жирорастворимые растительные пигменты желтого, оранжевого и красного цвета, каротиноиды, предшественники витамина А (провитамины А) делятся на каротины (ненасыщенные углеводороды, не содержащие кислорода) и ксантофиллы (кислородсодержащие каротиноиды, имеющие гидрокси-, метокси-, карбокси-, кето- и эпоксигруппы) [12].

**Целью** работы являлось исследование пигментного состава отдельных представителей бурых и красных водорослей Камчатки.

**Объектами исследований** являлись бурые водоросли – сахарина Бонгарда (*Saccharina Bongardiana*), алярия узкая (*Alaria angusta*) и красная водоросль пальмария узкоугольная (*Palmaria stenogona*), собранные в Авачинской губе, в районе бухты Малолагерной в октябре 2010 г. (рис. 1).

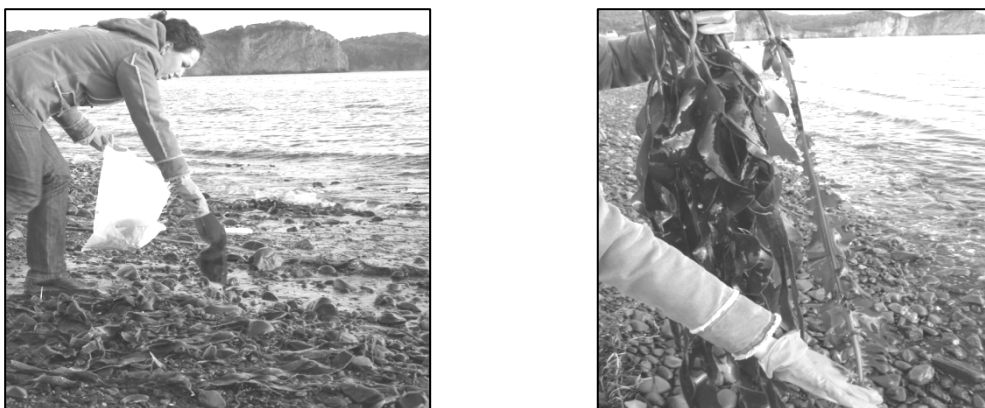


Рис. 1. Сбор образцов водорослей, б. Малолагерная, октябрь 2010 г.

**Методы исследования.** Для определения пигментного состава использовали спектрофотометрический метод [2, 5]. Для исследования спектров оптического поглощения использовали спектрофотометр Leki SS2109UV.

**Результаты исследования.** Группы пигментов определяли в экстрактах. Для этого экстракцию водорастворимых пигментов проводили дистиллированной водой, а экстракцию жирорастворимых пигментов – этиловым спиртом и ацетоном. Экстракцию пигментов из предварительно измельченных в блендере водорослей проводили при температуре 5°C при периодическом перемешивании во избежание гелеобразования.

На рисунках 2 и 3 приведены полученные нами спектры поглощения спиртовых экстрактов бурых водорослей *Saccharina Bongardiana* и *Alaria Angusta* соответственно. Экстракты готовили из свежих водорослей с использованием в качестве экстрагента 95%-ного водного раствора этилового спирта. Экстракцию проводили в течение 20 мин. Исследовали полученные растворы ярко-зеленого цвета. Четко видны максимумы поглощения хлорофилла *c* (в области 430 нм) и хлорофилла *a* (в области 665 нм), что соответствует литературным данным. Предположительно, присутствует незначительное количество каротиноидов (470 нм). Слабовыраженные увеличения поглощения на длинах волн 330 нм, 620 нм нами не идентифицированы.

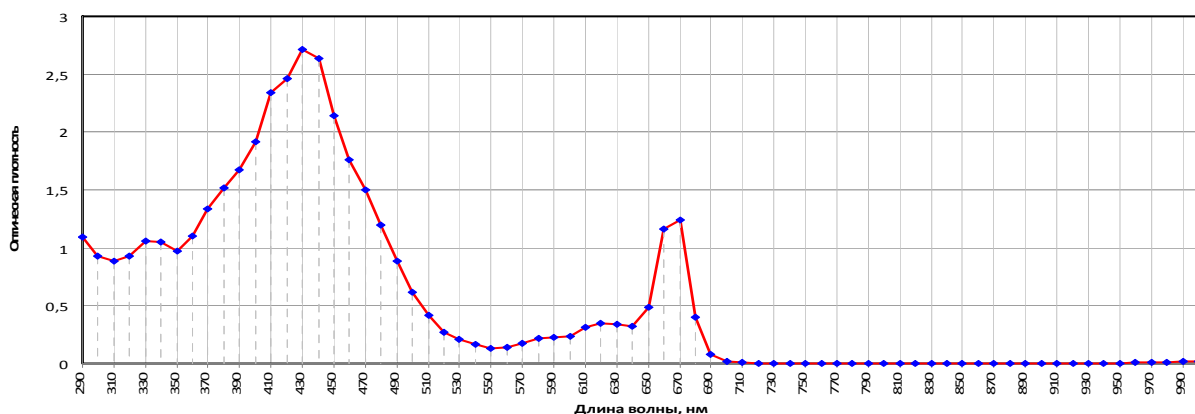


Рис. 2. Спектр поглощения спиртового экстракта бурой водоросли *Saccharina Bongardiana*

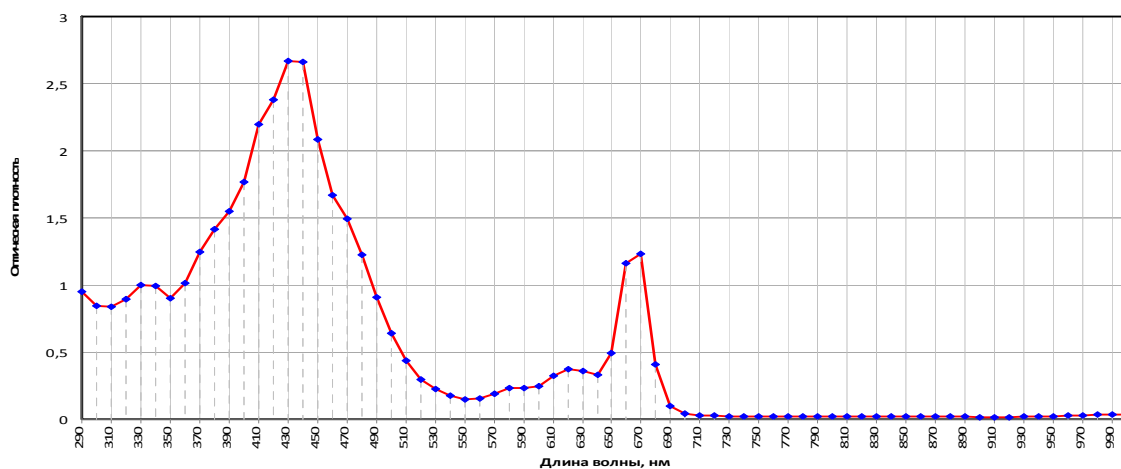


Рис. 3. Спектр поглощения спиртового экстракта бурой водоросли *Alaria Angusta*

На рисунке 4 приведен полученный нами спектр поглощения спиртового экстракта красных водорослей *Palmaria stenogona*. Экстракт готовили из свежих водорослей с использованием в качестве экстрагента 95%-ного водного раствора этилового спирта. Экстракцию проводили в течение 20 мин. Исследовали полученный раствор ярко-розового цвета. На рисунке четко обозначены максимумы поглощения хлорофилла *c* (в области 430–440 нм) и хлорофилла *a* (в области 665 нм), что соответствует литературным данным. Вероятно присутствие каротиноидов (470 нм). Пики 330 нм, 380 нм, 620 нм нами не идентифицированы.

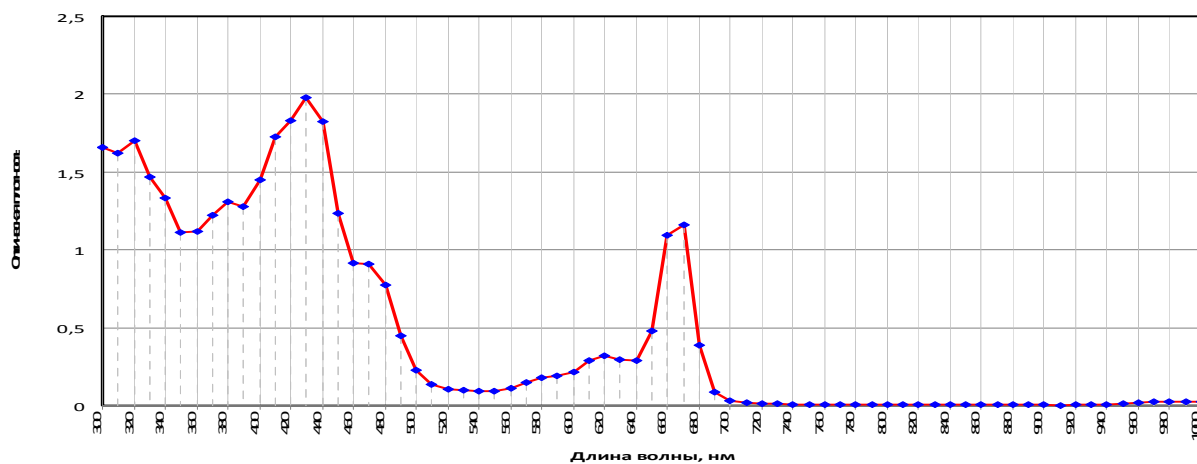


Рис. 4. Спектр поглощения спиртового экстракта красной водоросли *Palmaria stenogona*

На рисунке 5 приведен полученный нами спектр поглощения водного экстракта красных водорослей *Palmaria stenogona*. Экстракт готовили из свежих водорослей с использованием в качестве экстрагента дистиллированной воды. Экстракцию проводили в течение 20 мин. Исследовали полученный раствор ярко-розового цвета. На рисунке четко обозначен максимум поглощения фикоэритрина (в области 560–570 нм), что соответствует литературным данным. Пики 300 нм, 500 нм нами не идентифицированы.

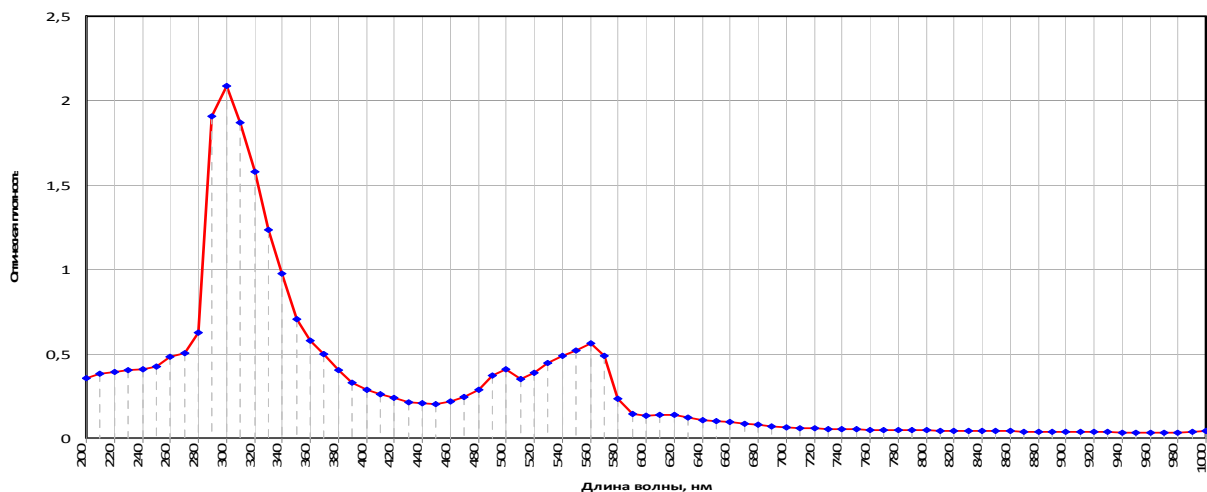


Рис. 5. Спектр поглощения водного экстракта красной водоросли *Palmaria stenogona*

На рисунке 6 приведен полученный нами спектр поглощения ацетонового экстракта красных водорослей *Palmaria stenogona*. Экстракт готовили из свежих водорослей с использованием в качестве экстрагента 50%-ного раствора ацетона. Экстракцию проводили в течение 20 мин. Исследовали полученный раствор розового цвета. На рисунке виден максимум поглощения фикоэритрина (в области 560–570 нм), хлорофилла а (665 нм), что соответствует литературным данным. Вероятно присутствие каротиноидов (480–550 нм). Пики 320 нм, 980 нм нами не идентифицированы.

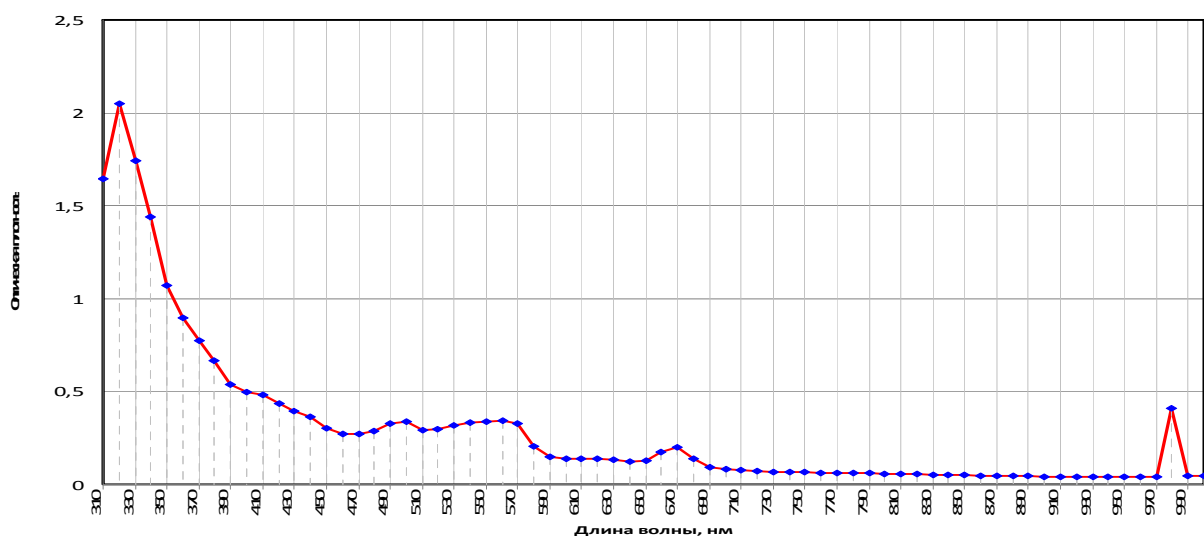


Рис. 6. Спектр поглощения ацетонового экстракта красной водоросли *Palmaria stenogona*

Таким образом, в результате проведенных анализов в исследуемых образцах водорослей обнаружены жирорастворимые пигменты хлорофиллы и каротиноиды, а также водорастворимые пигменты фикобилины. Исследованные водоросли можно применять для получения красителей зеленого, желтого, красного, фиолетового цветов. В ходе дальнейших исследований предполагается определить влияние пигментного состава водорослей на органолептические показатели водорослевых гидролизатов.



## Литература

1. *Барашков Г.К.* Сравнительная биохимия водорослей. – М.: Пищевая промышленность, 1972. – 336 с.
2. *Гавриленко В.Ф., Жигалова Т.В.* Большой практикум по фотосинтезу. – М.: Академия, 2003. – 256 с.
3. *Голубев В.Н., Кутина О.И.* Справочник технолога по обработке рыбы и морепродуктов. – СПб.: ГИОРД, 2005. – 408 с.
4. *Донченко Л.В., Надыкта В.Д.* Безопасность пищевой продукции. – М.: ДеЛи принт, 2005. – 539 с.
5. *Ефимов А.А.* Программа и метод анализа цифровых изображений образцов растительных и микробных пигментов / Современные наукоемкие технологии. 2007. – № 12. – С. 73–74.
6. Жизнь растений: водоросли, лишайники / Под ред. М.М. Голлербаха. – М.: Просвещение, 1977. – Т. 3. – 376 с.
7. *Киззеветтер И.В.* Технология обработки водного сырья. – М.: Пищевая промышленность, 1976. – 696 с.
8. *Киззеветтер И.В., Суховеева М.В., Шмелькова Л.П.* Промысловые морские водоросли и травы дальневосточных морей. – М.: Легкая и пищевая пром-сть, 1981. – 112 с.
9. *Клочкова Н.Г., Королева Т.Н., Кусиди А.Э.* Атлас водорослей-макрофитов прикамчатских вод. – Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО, 2009. – Т.1. – 218 с.
10. *Миронов А.Ф.* Фотосенсибилизаторы на основе порфиринов и родственных соединений // Совр. пробл. лаз. физ. – М.: ВИНТИ, 1990. Т.3 – 224 с.
11. *Мокронос А.Т., Гавриленко В.Ф., Жигалова Т.В.* Фотосинтез. Физиолого-экологические и биохимические аспекты. – М.: Академия, 2006. – 448 с.
12. *Пилат Т.Л., Иванов А.А.* Биологически активные добавки к пище. – М.: Авваллон, 2002. – 710 с.
13. *Подкорытова А.В.* Обоснование использования морских бурых водорослей в качестве источника йода и других биологически активных веществ // Прикладная биохимия и технология гидробионтов: Труды ВНИРО / Под ред. А.В. Подкорытовой. – М.: ВНИРО, 2004. – Т. 143. – 223 с.
14. СанПиН 2.3.2.1293-03. Гигиенические требования по применению пищевых добавок. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы. – М.: Минздрав России, 2005. – 416 с.
15. *Сафронова Т.М., Дацун В.М.* Сырье и материалы рыбной промышленности. – М.: Мир, 2004. – 274 с.
16. *Селиванова О.Н., Жигадлова Г.Г., Хэнсен Г.И.* Пересмотр систематики водорослей порядка Laminariales (Phaeophyta) из дальневосточных морей России на основании молекулярно-генетических данных / Биология моря. 2007. – Т. 33. – № 5. – С. 329–340.
17. [www.dic.academic.ru](http://www.dic.academic.ru) 5.11.2010 г.
18. [www.sbio.info](http://www.sbio.info) 5.11.2010 г.

УДК 349.6

**К ВОПРОСУ О СОВЕРШЕНСТВОВАНИИ РЕГУЛИРОВАНИЯ ИЗЪЯТИЯ  
ВОДНЫХ БИОРЕСУРСОВ**

*Н.П. Антонов, Е.Н. Кузнецова  
(Федеральное государственное унитарное предприятие «Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии», г. Москва)*

*Рассмотрены различные варианты распределения общего допустимого улова (ОДУ) между пользователями. На примере Камчатского края разобран механизм долговременного закрепления долей за предприятиями, определены основные его недостатки и предложены пути их устранения.*

Водные биологические ресурсы (ВБР) относятся к категории возобновляемых природных ресурсов. Основной задачей государственного управления ВБР является организация их рационального использования. При этом важнейшее значение имеет обеспечение соответствия ресурсного потенциала и промысловых мощностей.

Определением ресурсного потенциала ВБР занимаются отраслевые научно-исследовательские институты, основная деятельность которых определена Госконтрактом следующим образом «Осуществить комплексное изучение водных биологических ресурсов и среды их обитания, в том числе: наблюдения за распределением, численностью, качеством и воспроизводством водных биологических ресурсов, являющихся объектами рыболовства, а также средой их обитания, накопление и хранение полученной при этом информации, разработку материалов общего допустимого улова и обоснований возможного (рекомендуемого) вылова...". Алгоритм научных исследований продуктивности и определения допустимого изъятия отработывался на протяжении десятилетий, и смена государственного строя России принципиально его не изменила. Хотя следует признать, что качество прогнозов снизилось и основные причины этого связаны с тем, что в современный период вылов надежно не контролируется, поэтому даже реальная рекомендация по объему изъятия не может быть внедрена с ощутимой пользой, а из-за отсутствия надежных исходных данных для расчетов численности (прежде всего - статистических), расчетные методы не могут дать достаточно надежных оценок [4], ликвидацией бассейновых промысловых разведок, значительным сокращением научно-исследовательского флота [3].

На современном этапе значительные проблемы рыбной отрасли связаны с распределением общего допустимого улова (ОДУ) между пользователями. В связи с переходом от плановой системы Государственного управления рыбными запасами к рыночной экономике до сих пор не отрегулированы вопросы взаимодействия государственного управления с коммерческими рыбодобывающими организациями.

До 2001 г. квоты на вылов распределялись между субъектами Федерации приморских областей, затем между предприятиями внутри субъектов. Такой механизм распределения квот был достаточно закрытым и способствовал значительным злоупотреблениям. В 2001 г. по инициативе Минэкономразвития было решено 21% квот, включающих наиболее востребованные объекты, продавать на аукционах. При этом не выкупленные российскими предприятиями ресурсы могли выкупить иностранные компании. Проведенные в течение 3-х лет аукционы дали возможность пополнить бюджет страны на 34,4 миллиарда рублей. Однако, этот механизм распределения квот имел свои недостатки. В аукционах смогли принять участие в основном только крупные рыбопромышленники, значительную долю квот приобрели иностранные судовладельцы, рыболовные компании, стремясь компенсировать расходы на покупку ресурса, усилили браконьерский промысел.

В целях совершенствования государственного управления ВБР Правительство Российской Федерации приняло Постановление от 20 ноября 2003 г. №704 «О квотах на вылов (добычу) водных биологических ресурсов» направленное на то, чтобы уйти от административного и аукционного распределения ресурсов к арифметическому определению величины квоты на основа-

нии закрепленной доли.

Закрепление долей за предприятиями было основано на принципе учета итогов промышленной деятельности предприятия в течение 3-х последних лет. Результаты аукционов были учтены как базовые при закреплении долей. В 2004 г. доли были закреплены за предприятиями на 5 лет, а с 2009 г., после вступления в действие Федерального закона от 03.12.2008 N 250-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон "О рыболовстве и сохранении водных биологических ресурсов" и отдельные законодательные акты Российской Федерации» доли закреплены на 10 лет.

Принятые законодательные акты о долевом распределении ресурсов между пользователями сыграли свою положительную роль. Рыбопромышленные предприятия теперь могут планировать свою многолетнюю деятельность, строить и модернизировать флот, развивать переработку. Однако и долевое распределение квот имеет свои недостатки. Оно не упразднило основное противоречие между ресурсным потенциалом и промысловыми возможностями [5].

Рассмотрим основные недостатки механизма долговременного закрепления долей за предприятиями на примере Камчатского края. В 2008 г. на ближайшие 10 лет для участия в прибрежном рыболовстве доли получили 132 предприятия, для участия в промышленном рыболовстве – 80 предприятий. При этом величина долей имеет очень широкий диапазон. Так, при общем объеме в 2010 г. квотируемых видов рыб 730 тыс.т максимальный объем квоты для предприятия составил 136 тыс. т, минимальный – 0,013 тыс. т. Общая картина распределения квот по предприятиям Камчатского края представлена на рис. 1.

Очевидно, что в достаточном объеме квотами обеспечено незначительное количество предприятий. Если учесть, что необходимый объем квоты для рентабельной работы судна типа МРС составляет около 1000 т [2], то оказывается, что 68 предприятий ведут промысел себе в убыток, и это при условии, что у них в собственности имеется одно судно. Многие предприятия имеют более одного судна, следовательно, количество предприятий не имеющих достаточного ресурсного обеспечения, еще больше.

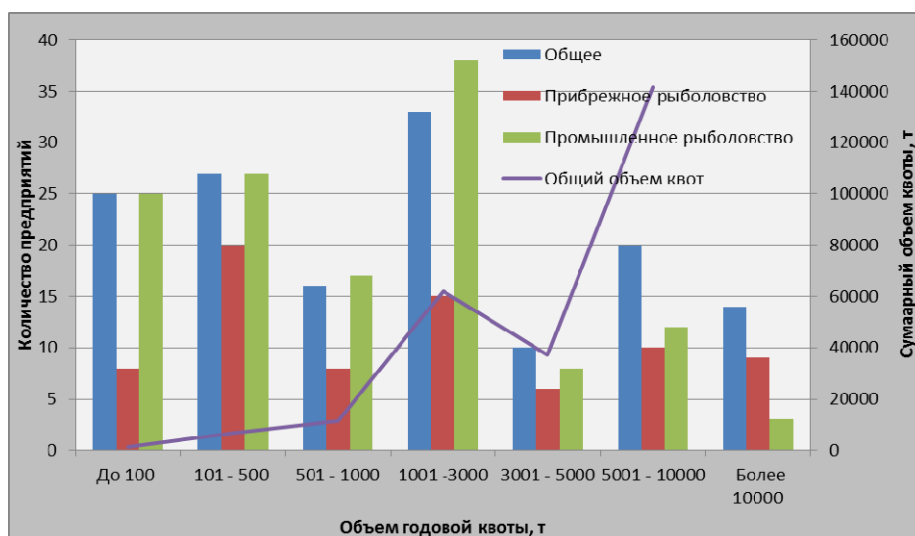


Рис. 1. Распределение квот по предприятиям Камчатского края на 2010 г. (Для предприятий, имеющих объем квоты более 10000 т – суммарный объем квот 469129 т.)

Фактически предприятия, имеющие недостаточные объемы ресурсного обеспечения, на практике реализуют 3 варианта: приобретение дополнительных объемов квот на вылов рыбы у других предприятий, продажа своих квот, работа на имеющемся объеме квот. Работая по первому варианту, с приобретением дополнительных квот, предприятие будет стремиться вернуть затраченные на приобретение квот средства за счет сверхлимитного вылова. Работая по второму варианту, с продажей квот, предприятие становится рантье, ничего не производит, но получает прибыль от реализации квот. Такие предприятия, даже не имея в собственности судов, сумели показать полное освоение выделенных им квот, и при следующем распределении долей опять попали в число пользователей. Работая по третьему варианту, на минимальной квоте, предприятие для покрытия расходов на эксплуатацию судна, зарплату экипажа, а также на обеспечение «лояльных» проверок, выделенную квоту перелавливает в разы [2].

Таким образом, наличие у предприятий недостаточного объема ресурсного обеспечения, провоцирует судовладельцев на переловы, что негативно сказывается на состоянии запасов вод-

ных биоресурсов. Поэтому минимальная квота, дающая формальную возможность для выхода судна на промысел должна быть заменена на научно обоснованный ресурс для экономически оправданного пребывания судна на промысле [6].

Предприятия, имеющие достаточный объем квот, также нередко допускают значительный перелов объектов промысла. Наглядным примером служит промысел преднерестовых и нерестовых скоплений минтая в зимне-весенний период в Охотском море. В странах Юго-Восточной Азии большим спросом пользуется икра минтая. Поэтому для получения максимального выхода икры, мелкоразмерные особи, а иногда и крупные самцы, попросту выбрасывается за борт. В отдельные годы количество выброшенной рыбы может достигать 50% от годового вылова [1].

Для устранения указанных недостатков необходимо:

- избавиться от предприятий-рантье, для чего ввести условие добычи не менее 50% квоты с использованием собственного флота, в противном случае необходимо лишать предприятие закрепленных долей;

- установить нижний уровень объема квоты, с целью обеспечения судовладельцев достаточным для промысла ресурсом;

- при регулировании промысла уделить основное внимание рыболовному усилию, определяемому их числом и мощностью, так как проконтролировать рыболовное усилие в определенном районе гораздо проще, чем величину и состав улова.

### Литература

1. Балыкин П.А., Бонк А.А., Буслов А.В., Варкентин А.И., Золотов А.О., Терентьев Д.А. Потери улова на промыслах Дальнего Востока и возможности их уменьшения // Экономические проблемы развития рыбн. промысл. и хоз-ва России в свете реализации Концепции развития рыбн. хоз-ва РФ до 2020 г. – М.: ВНИЭРХ, 2004. – С. 78 – 86.

2. Буслов А.В. Возможность организации и регулирования многовидового рыболовства в современных условиях на примере Пертрупавловско-Командорско подзны (Восточная Камчатка) // Вопросы рыболовства. Т.7. № 2 (26), 2006. – С. 267-276.

3. Кокорев Ю.И. О проблемах и перспективах развития перерабатывающего комплекса страны в рамках проекта Федерально-целевой программы // Рыбное хозяйство №5, 2007. – С.18-22.

4. Кузнецов В.В. Система регулирования рыбного промысла на основе синтеза различных подходов. //Вопросы рыболовства. Т.7. № 2 (26), 2006. – С. 208-221.

5. Макоедов А.Н., Кожемяко О.Н. Основы рыбохозяйственной политики России // Москва, Из-во ФГУП Национальные рыбные ресурсы, 2007. – 477 с.

6. Шевченко В.В., Беляев В.А. Биоэкономика промышленного рыболовства Баренцева моря // Мурманск, Мурманский государственный университет, 2009, – 306 с.

УДК 597.54

### РЕЗУЛЬТАТЫ НАБЛЮДЕНИЙ ЗА СОСТОЯНИЕМ ЗДОРОВЬЯ ТИХООКЕАНСКОЙ СЕЛЬДИ (*CLUPEA PALLASII* VAL.) КОРФО-КАРАГИНСКОЙ ПОПУЛЯЦИИ В 2010 ГОДУ

*А.А. Бонк (КамчатГТУ)*

*Е.В. Бочкова, Т.В. Гаврюсева, Л.А. Жукова, Л.В. Овчаренко (КамчатНИРО)*

*С.Л. Рудакова (СахНИРО)*

*Проанализированы материалы, характеризующие состояния здоровья корфо-карагинской сельди. Сбор данных осуществлялся в мае 2010 г. в заливе Анапка (мелководная зона у м. Валахыл) и в гавани Сибирь (северная часть залива Корфа). По результатам исследований выяснено, что в целом, состояние здоровья сельди корфо-карагинской популяции можно считать удовлетворительным, особо опасных видов вирусов, бактерий и паразитов пока не обнаружено.*

С конца 30-х годов XX века в западной части Берингова моря одним из основных объектов промысла является корфо-карагинская сельдь. Данный вид относится к категории сильно флюк-

тулирующих видов. На протяжении более чем 80-ти летнего периода наблюдений отмечены значительные колебания запаса – от высокого уровня до депрессии. Последний депрессивный период пришелся на первые годы нынешнего века. В результате с 2005 по 2009 гг. промышленная эксплуатация данной популяции сельди не осуществлялась. Несмотря на запрет промысла, продолжался мониторинг состояния её запаса. Исследования показали, что после введения запрета на промысел численность популяции стабилизировалась, а в последние годы наметилась тенденция на рост запаса. Наблюдения за сельдью в период её нереста в мае 2010 г. подтвердили, что численность популяции увеличивается. Рост численности как нерестовой, так и промысловой части популяции позволил возобновить промышленную эксплуатацию корфо-карагинской сельди начиная с 2010 г.

Исследователи отмечают, что в последние десятилетия среди популяций морских организмов возросло количество заболеваний, протекающих в форме эпизоотий и оказывающих значительное воздействие на их численность [1]. Большинство из них связывают с вирусными патогенами (например, вирусом геморрагической септицемии – VHSV) и простейшим паразитом *Ichthyophonus hoferi*. Наблюдения за корфо-карагинской сельдью в мае 2010 г. позволили получить не только данные, характеризующие динамику численности, но и оценить состояние здоровья рыб данной популяции.

Ранее [2] были проведены исследования состояния здоровья корфо-карагинской сельди в период её нереста в заливе Уала. Эти работы показали, что часть рыб была поражена лимфоцистозом, который вызывают иридовирусы. Кроме того, у рыб были выявлены плазмодии и споры микроспоридии в почечных канальцах и локальное отложение цероида в гемопоэтической ткани почки. Отмечены нематоды и скопление меланомакрофагов в экзокринной части поджелудочной железы. В паренхиме печени обнаружили базофильные участки вокруг кровеносных сосудов, локальное отложение цероида и споры микроспоридии. В жабрах у рыб выявили некроз, гиперплазию респираторного эпителия жаберных ламелл и гранулематозную реакцию на инвазию моногенеи.

Выявлено 6 видов паразитов, относящихся к 2 классам (трематоды – 2, нематоды – 4) с варьирующими показателями зараженности. Преобладающими видами паразитов были: трематоды *Brachyphallus crenatus* и личинки нематод *Anisakis* sp. Личинки *Anisakis* sp. являются паразитами, потенциально опасными для человека и теплокровных животных.

При бактериологических исследованиях выделили два вторичных бактериальных патогена: *Pseudomonas* sp. и *Acinetobacter* sp. В результате вирусологических исследований на линиях клеток вирусных патогенов у тихоокеанской сельди выявлено не было.

Гематологические исследования позволили обнаружить вирусоподобные включения в цитоплазме эритроцитов, предположительно вирусный некроз эритроцитов – VEN с легкой (20%) и средней (6,7%) степенью тяжести инфекции. У рыб наблюдали анизо- и/или пойкилоцитоз и деление эритроцитов. У всех обследованных рыб на мазках отмечено большое количество ядерных теней, незрелые формы эритроцитов встречали в единичных экземплярах.

Наблюдения в 2010 г. проводились так же, как и в 2008 г. в период нереста сельди. Материал для комплексных (вирусологических, бактериологических, паразитологических и гистологических) исследований собирали в двух районах – заливе Анапка (мелководная зона у м. Валахыл) и в гавани Сибирь, северная часть залива Корфа в период нереста сельди (рис. 1). Пробы отобрали у 112 особей (52 экз. в заливе Анапка и 60 экз. – в гавани Сибирь). Комплексным исследованиям рыб предшествовали: визуальный учет внешних признаков заболеваний, измерение основных биологических показателей (длины и массы тела), изучение состояния внутренних органов. Длина проанализированных рыб изменялась от 29 до 36,5 см, при среднем значении – 33,8 см. Основу составляли особи длиной от 33 до 36,5 см (рис. 2), их доля составляла более 84%. Масса тела варьировала от 220 до 610 г, при среднем значении 451,3 г. У большинства рыб (85,7%) вес изменялся в пределах от 400 до 550 г. Определение внешних и внутренних признаков патологии рыб, а также дальнейшую обработку проб для комплексных исследований осуществляли методами, рекомендованными отечественными и зарубежными авторами [3, 4, 5].

Среди рыб выловленных в гавани Сибирь при визуальном осмотре признаки патологии были отмечены только у 3% сельди. У этих особей на поверхности тела наблюдали мелкие, диаметром 1–2 мм, множественные образования – гранулы темного цвета (рис. 3 а). При микроскопических исследованиях в этих образованиях обнаружили личинок трематод *Trematoda* gen sp. (рис. 1 б).

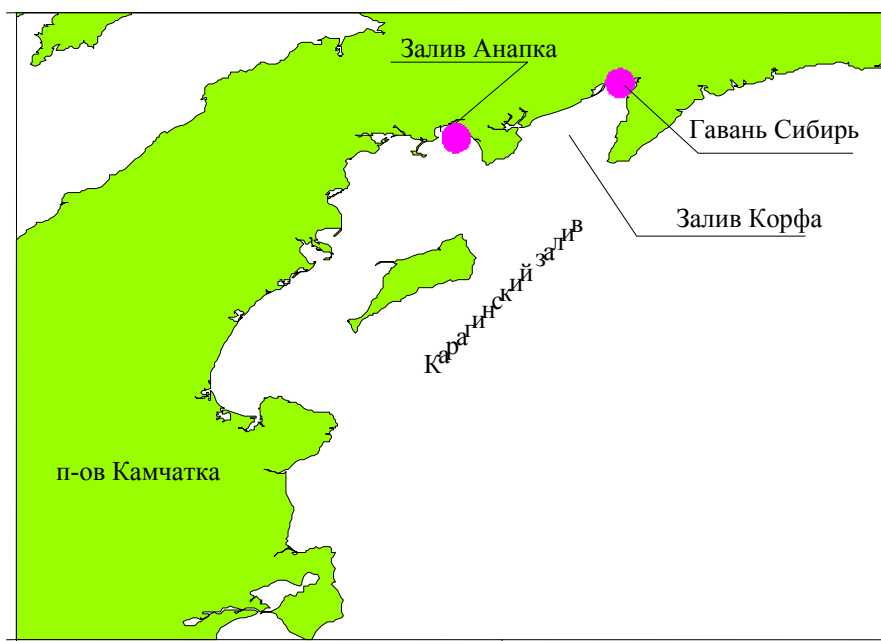


Рис. 1. Район работ в мае 2010 г.

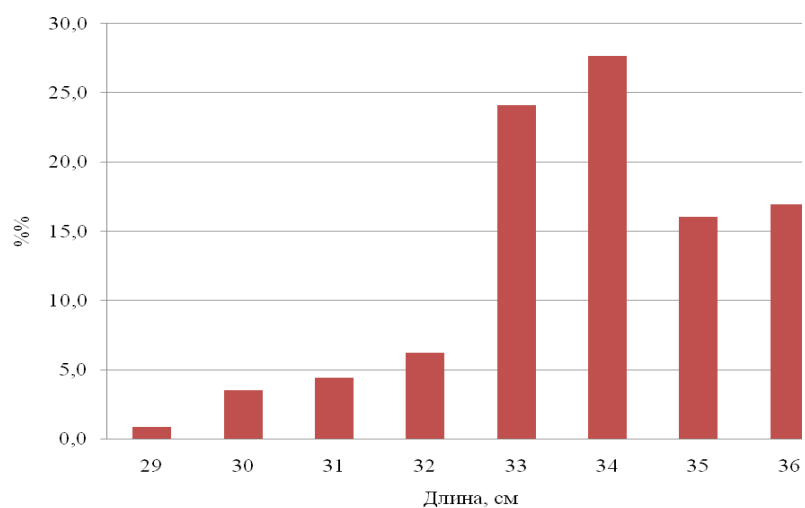


Рис. 2. Размерный состав корфо-карагинской сельди в мае 2010 г.

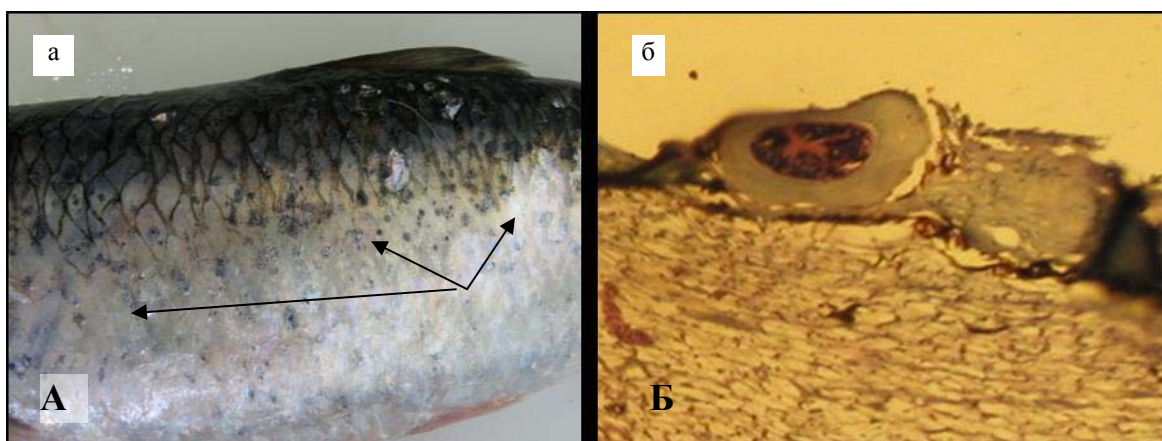


Рис. 3. Тихоокеанская сельдь, отловленная в гавани Сибирь, с множественными мелкими гранулами-опухольми

на теле: А – внешний вид рыбы; Б – участок кожи с метацеркарием трематоды *Trematoda gen. sp.*  
Окраска гематоксилин-эозином. Увеличение × 400

У 26% рыб при вскрытии отмечали многочисленные геморрагии в мускулатуре, видимые только при разрезании рыбы вдоль позвоночника или поперек (рис. 4 а). В результате вирусологических исследований открытых форм вирусных заболеваний, проявляющихся со сходными клиническими признаками, у обследованной сельди не обнаружили. К сожалению, нам не удалось в необходимом количестве отобрать пробы для бактериологических исследований таких особей. Посевы, сделанные от 5 рыб, имеющих геморрагии, позволили выделить грамотрицательные бактерии принадлежащие к родам *Enterobacter* (от 1 экз.) и *Aeromonas* (от 3 экз.). По мнению Синдермана (Sindermann, 1990), наиболее опасными патогенами для морских рыб являются грамотрицательные бактерии родов *Vibrio*, *Pseudomonas*, *Aeromonas*, *Pasteurella* и др., вызывающие бактериальную геморрагическую септицемию. Вышеперечисленные бактериальные агенты способны как вызывать специфические инфекции (аэромонозы, вибриозы и т.д.), так и участвовать в ассоциативных (смешанных) бактериозах.

При гистологических исследованиях в скелетной мускулатуре сельди с описанными признаками патологии регистрировали геморрагии, интермиотомальный отек, скопления грамотрицательных бактерий и некроз миоцитов (46,9% рыб, рисунок 2, Б). Грамотрицательные бактерии наблюдали в гемопозитической ткани почки, в просвете и очагах некроза почечных канальцев (53,6% рыб рисунок 2, В), в кровеносных сосудах печени, между гепатоцитами (20,1% рисунок 2, Г), а также в желудочно-кишечном тракте рыб (20,1%).

Учитывая вышеизложенные данные, мы предполагаем, что у тихоокеанской сельди из гавани Сибирь имело место заболевание бактериальной природы – бактериальная геморрагическая септицемия, в которой этиологическим агентом могли быть подвижные аэромонады или она имела неспецифический, т.е. комплексный характер.

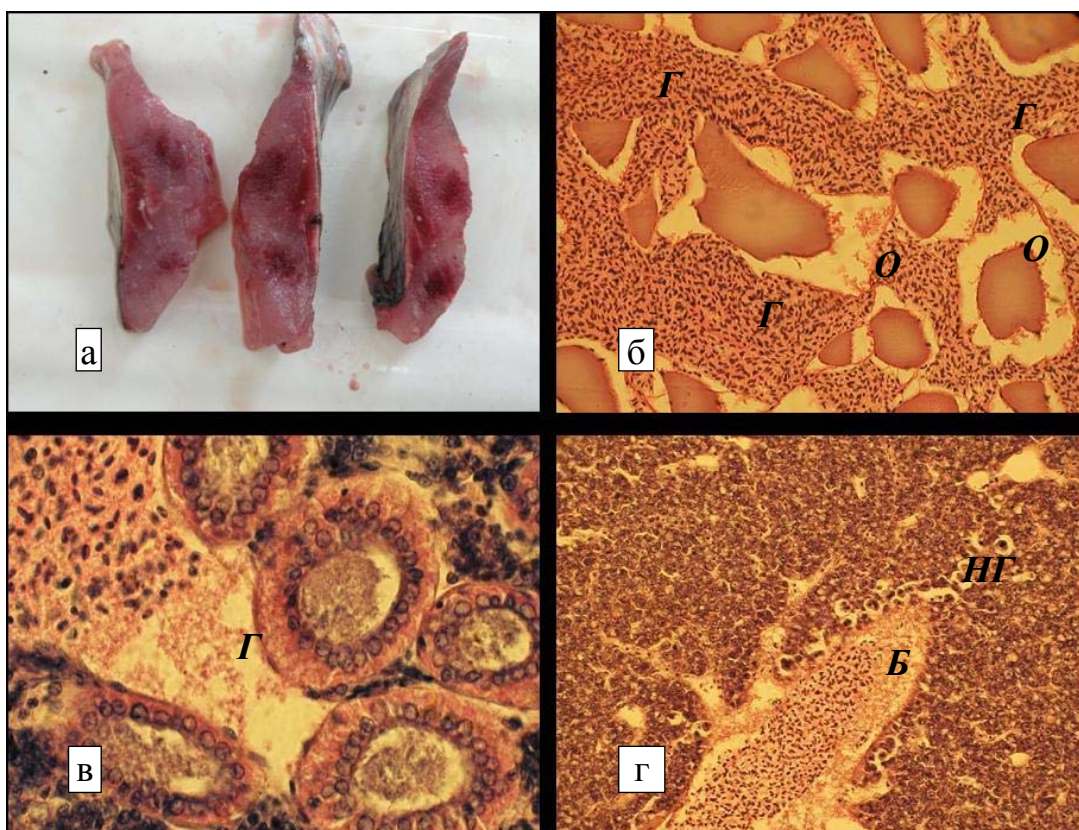


Рис. 4. Визуальные и гистопатологические изменения у тихоокеанской сельди, отловленной в гавани Сибирь: а – поперечные срезы мускулатуры с кровоизлияниями; б – геморрагии (Г), интермиотомальный отек (О) и скопления бактерий в мускулатуре; в – геморрагии (Г) и скопление бактерий в интерстициальной ткани почки; Г – некроз гепатоцитов (НГ) и скопление бактерий (Б) в кровеносном сосуде печени. Увеличение ×400. Окраска гематоксилин-эозином

Сельдь из залива Анапка внешних и внутренних визуальных признаков патологии не имела и была контаминирована двумя родами условно-патогенных грамотрицательных бактерий:

*Pseudomonas* и *Enterobacter* с довольно низкой встречаемостью – 10 и 6%, соответственно, исходя из чего мы можем сделать вывод об отсутствии у нее бактериальных инфекций.

Кроме того, при микроскопических исследованиях в жабрах у сельди из двух пунктов выявили некроз, гиперплазию респираторного эпителия и слипание жаберных ламелл; в жаберных филаментах личинок трематод *Gen. sp.* (13,4% у сельди из залива Анапка и 26,8% – из гавани Сибирь), а также эозинофильные гранулированные клетки, так называемые, Х-клетки, характерные для хронической воспалительной реакции, происхождение которых нам пока не ясно.

Отложение цероида наблюдали в печени, селезенке и гемопоэтической ткани почки рыб (67–87,1 % особей из обоих обследованных пунктов). В печени отмечали ооцисты кокцидии *Eimeria clupearum* (в Анапке – 46,9% рыб, в гавани Сибирь – 40,2%), диаметром 18 мкм (фиксированный материал). В желудочно-кишечном тракте наблюдали формирование гранулемы в мышечном слое пищевода вокруг паразитарных агентов (по 6,7% рыб). У отдельных рыб в просвете почечных канальцев регистрировали плазмодии микоспоридии (6,7% в Анапке и 20% в гавани Сибирь). В желудочно-кишечном тракте у исследуемых особей отмечали некроз и десквамацию клеток слизистого слоя пеларического отдела (87,1% и 80,4% особей); в печени – расширение кровеносных сосудов, полиморфизм ядер, очаговую пролиферативную активность клеток желчных протоков (холангиому – 20,1% и 6,7%, соответственно по районам исследования). В почке у рыб, отловленных в заливе Анапка, отмечали меланизацию макрофагов (40,2%), скопление эозинофильных масс в просвете почечных канальцев (73,7%), некроз почечных канальцев и протоков (в просвете – детрит, 6,7%). В желудочке сердца выявили меланизацию макрофагов и локальный некроз миоцитов. У сельди гавани Сибирь в почке отмечали меланизацию макрофагов (60,3%) и обширный некроз нефроцитов (13,4 %).

При анализе паразитофауны сельди выявили 5 видов паразитов, относящихся к четырем классам: кокцидии – 1, микоспоридии – 1, трематоды – 1 и нематоды – 2 вида, с варьирующими показателями зараженности. Экстенсивность инвазии обнаруженными паразитами и их видовое разнообразие представлены на рисунке 5.

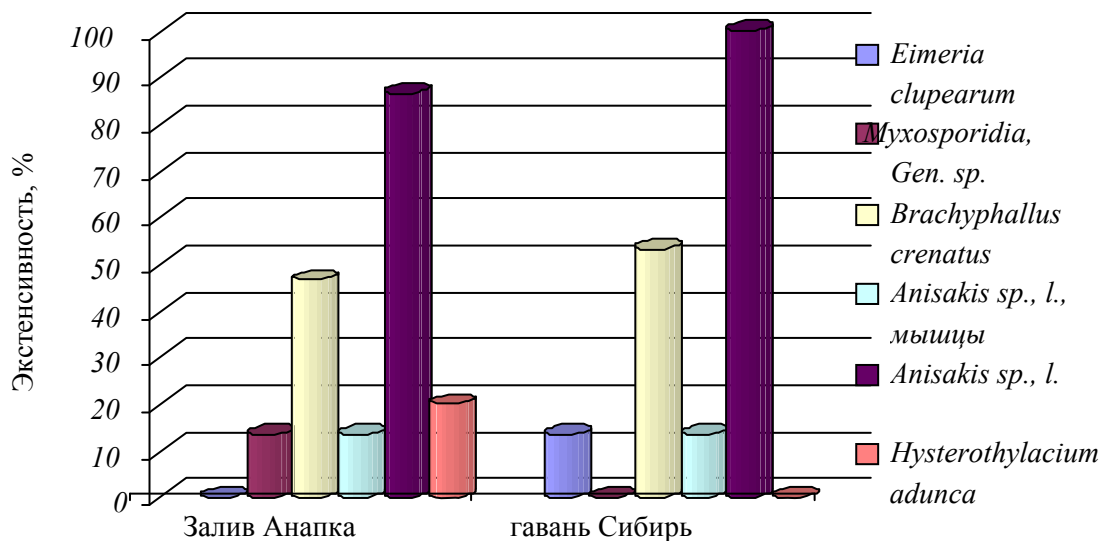


Рис. 5 – Экстенсивность инвазии и видовой состав паразитофауны тихоокеанской сельди, обследованной в 2010 г.

Преобладающим видом паразитов были потенциально опасные для человека нематоды рода *Anisakis*. Экстенсивность инвазии этими паразитами варьировала от 86,6% (залив Анапка) до 100% (гавань Сибирь). Анизакид отмечали в полости тела, на внутренних органах и в мускулатуре сельди. Несколько реже отмечали трематод *Brachyphallus crenatus* (э.и. 46,6% и 53,3%, соответственно для каждого района). По экологической характеристике все обнаруженные паразиты относятся к морским и, в основном, являются типичными и довольно широко распространенными у рыб из разных семейств.



Таким образом, комплексное (вирусологическое, бактериологическое, паразитологическое и гистологическое) обследование корфо-карагинской популяции сельди в 2010 г не выявило особо опасных инвазионных и инфекционных агентов, способных влиять на численность популяций. Состояние здоровья обследованных рыб можно считать удовлетворительным. Обнаруженные гистопатологическими и гистохимическими методами деструктивные изменения в органах и тканях обследованных рыб, в основном, были вызваны паразитарными агентами и бактериальной инфекцией.

### Литература

1. *Sherman B.H.* Marine ecosystem health as an expression of morbidity, mortality and disease events // *Mar. Pollut. Bull.* 2000. 41. P. 232-254.
2. *Бонк А.А., Бочкова Е.В., Гаврюсева Т.В., Рудакова С.Л.* Комплексное обследование тихоокеанской сельди Карагинского залива // *Вестник Камчатского государственного университета.* Вып. 7., Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ 2008. – С. 132-137
3. Лабораторный практикум по болезням рыб. Под редакцией В.А. Мусселиус. М.: Лег. и пищ. пром-сть. 1983. – 294 с.
4. *Bancroft D., A. Stevens, and D.R. Turner.* Theory and practice of histological techniques. 3<sup>rd</sup> ed. Churchill Livingstone Inc. Edinburgh London Melbourne New York. – 1990. 725 p.
5. *Holt J., N. Krieg, and P. Sneath et al.* Bergey's Manual of Determinative bacteriology. 9th ed. Baltimore: Williams Wilkins. – 1994. 787 p.

УДК 504.4.054

## ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ РЕК, ПРОТЕКАЮЩИХ ПО ТЕРРИТОРИИ ГОРОДОВ ПЕТРОПАВЛОВСК-КАМЧАТСКИЙ И ЕЛИЗОВО (КАМЧАТКА)

*Т.Л. Введенская*  
*(Камчатский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии)*  
*Т.Р. Михайлова*  
*(Камчатская Лига Независимых Экспертов)*

*Проведен экологический биомониторинг в водотоках, протекающих по территории городов Петропавловск-Камчатский и Елизово. ранее имевших высокий рыбохозяйственный статус.*

Состояние рек находится в прямой зависимости от степени хозяйственного освоения бассейнов. Как показал накопленный опыт природопользования, масштабные антропогенные изменения ландшафтов приводят к значительным и, как правило, негативным изменениям речных экосистем [3, 7]. Ярким примером является деградация лососевых рек Северо-Западного побережья США [5, 6].

В связи с усиливающимся с каждым годом хозяйственно-промышленным освоением Камчатки стали приобретать совершенно особую актуальность проблемы, связанные с необходимостью осуществлять максимальное сбережение нерестовых угодий лососей. Сделалось очевидной необходимость располагать сведениями о каждой из камчатских рек, вне зависимости от их величины, как бы малы они не были. Любое мероприятие, связанное с возможностью нанесения ущерба природным объектам, и, прежде всего нерестовым водным объектам, требует производства особой экспертизы. Оценка качества пресноводных объектов осуществляется не только по контролируемым показателям состава и свойств водной среды, но и по совокупности критериев, определяющих специфику структурно-функциональной организации сообществ гидробионтов и динамику их развития. Изменения, выходящие за пределы естественных флуктуаций, создание угрозы деградации или нарушения функций воспроизводства этих сообществ являются надежным показателем степени экологического неблагополучия водных объектов.

Проведение биомониторинга антропогенного воздействия на речные экосистемы обладает определенным преимуществом по сравнению с другими методиками, так как биологические объекты вследствие эффекта кумуляции чувствительны даже к сравнительно слабым изменениям качества среды обитания. Бентосные сообщества, например, в результате антропогенного воздействия, как

правило, находятся в неблагоприятных условиях вследствие аккумуляции загрязняющих веществ в придонном слое воды и осадках. В силу ограниченной лабильности и относительной устойчивости донных сообществ они отражают фоновые загрязнения водных масс за относительно продолжительный период времени [4]. Антропогенное воздействие может изменить трофические условия в водоеме, что приводит к реорганизации трофической структуры сообщества, которая служит чутким индикатором этого воздействия. При этом обычно трофическая структура бентоса упрощается, сообщества заменяются на более простые, но играющие большую роль в самоочищении экосистем, уменьшается доля животных с фильтрационным типом питания и увеличивается доля детритофагов-глотателей, изменяется влияние хищных животных [1, 8].

Под загрязнением водных объектов понимается ухудшение их экономического значения и биосферных функций в результате антропогенного поступления в них вредных веществ или изменений характеристик стока. Экологическое действие загрязняющих веществ проявляется на организменном, популяционном, биоценотическом и экосистемном уровнях.

В камчатских водотоках популяции тихоокеанских лососей, характеризующиеся значительной естественной временной вариабельностью численности, не могут быть использованы для экспресс-мониторинга, основным объектом его служит макрозообентос, отличающийся обилием, продолжительностью жизненных циклов большинства видов и их биотопической приуроченностью. Беспозвоночные организмы, постоянно присутствуя в бентали, реагируют не только на слабые, но и на кратковременные «залповые» сбросы загрязняющих веществ, которые при физических и химических методах контроля, рассчитанных на дискретный во времени отбор проб, могут остаться не учтенными [2]. Определяя состав и структуру донных сообществ можно дать предварительную оценку экологического состояния водных объектов. Водотоки, расположенные в черте городов Петропавловск-Камчатский (р. Кирпичная-Халактырка, ручьи Кабан и Крутоберёга) и Елизово (р. Половинка, бассейн р. Авача) раньше имели высокое рыбохозяйственное значение, так как являлись местом нереста и нагула тихоокеанских лососей и гольцов разных форм (жилые, проходные). Кроме того водотоки обеспечивали питьевой водой жителей городов и имели рекреационное значение. Целью данной работы является определение экологического статуса перечисленных водотоков.

**Ручей Крутоберёга** (исследован в среднем и нижнем течении). В среднем течении ручей имеет предгорный характер. Загрязнение поверхностных вод происходит за счет атмосферных осадков, смыва с дорог, хозяйственно-бытовыми стоками. Органолептические свойства воды характеризуются прозрачностью, отсутствием запаха и каких-либо солевых отложений на грунте. Берега и русло ручья замусорены незначительно. Зообентос представлен круглыми и малощетинковыми червями, ракообразными, клещами и насекомыми. Среди обнаруженных беспозвоночных наибольшим разнообразием отличается класс насекомых (табл. 1). Самым массовым представителем этого класса являются поденки, значительное место принадлежит ручейникам, и комарам-звонцам. Наибольшее значение в формировании численности донных сообществ имели малощетинковые черви, но при этом они образовывали крайне низкую биомассу. Ихтиоценоз представлен жилой формой гольцов *Salvelinus malma*,

Таблица 1

Состав и структура зообентоса в ручье Крутоберёга, сентябрь 2009 г., %

Таксон	Среднее течение		Нижнее течение	
	N	B	N	B
Planaria	0,8	3,0	0,1	0,2
Nematoda	0,1	+	3,2	0,1
Oligochaeta	42,6	2,6	88,6	76,3
Ostracoda	0,4	+	0,2	+
Hydracarina	1,9	0,1	0,2	+
Chironomidae larvae	12,3	1,4	6,7	10,5
Chironomidae pupae	0,1	0,1	0,5	2,4
Tipulidae larvae	0,0	0,0	+	1,4
Limoniidae larvae	0,4	+	0,2	8,6
Psychodidae larvae	0,0	0,0	0,3	0,4
Ceratopogonidae larvae	0,0	0,0	+	0,1
Ephemeroptera larvae	20,8	9,0	0,0	0,0
Plecoptera larvae	8,9	5,0	0,0	0,0
Trichoptera larvae	11,6	75,5	0,0	0,0
Пупарий	0,1	3,0	0,0	0,0
Численность, тыс. экз./м <sup>2</sup>	6,4		108,8	

Биомасса, г/м <sup>2</sup>	4,7	43,9
----------------------------	-----	------

*Примечание:* + – менее 0,1%, N – численность, B – биомасса

В нижнем течении ручей протекает по равнине, около сопки и на ее вершине расположен поселок. Хозяйственно-бытовые стоки прямоотком поступают в русло, и загрязненная вода разносится потоком по всей ширине ручья. Общий фон воды приобретает сероватый оттенок и замутненность всей водной толщи. На камнях отмечается толстый налет в виде солевых отложений такого же серого цвета, а прибрежные участки населены обильными и крупными поселениями грибов белого цвета.

При шевелении грунта появляются пузырьки газа и по запаху можно определить присутствие сероводорода. Воздух насыщен фекальными запахами. Состав донных гидробионтов и структура сообщества на данном участке ручья представлены в основном малощетинковыми червями, которые доминируют по численности и биомассе. Роль субдоминантов принадлежит насекомым из отряда Diptera – комарам, наибольшую численность и, соответственно, биомассу образуют комары-звонцы и болотницы (табл. 1). Рыбное население в нижнем течении ручья отсутствует.

Экологического состояния в среднем течении соответствующее β-мезосапробной зоне, в нижнем течении – полисапробной зоне.

**Река Кирпичная-Халактырка** (исследована в верхнем и среднем течении). В верховьях река имеет предгорный характер. Загрязнение русла реки происходит за счет канализационных сточных вод жилых домов, которые проходя по дренажной системе без очистки поступают в реку и за счет атмосферных осадков. Обитателями донных биотопов являются в основном три группы зообентоса – комары-звонцы, малощетинковые черви и долгоножки. Эти беспозвоночные формируют донные сообщества по численности и биомассе. Наибольшее значение среди них принадлежит личинкам комаров-звонцов. Многочисленные малощетинковые черви по численности занимают второе место, а по биомассе – третье. Тогда как немногочисленные, но очень крупные долгоножки составляют почти третью часть от биомассы всех донных гидробионтов. Представители ихтиоценоза отсутствуют.

В среднем течении загрязненные воды поступают с дорог и свалок, расположенных на берегах. Обитателями донных биотопов являются различные беспозвоночные, среди которых наибольшую численность и биомассу образуют малощетинковые черви и комары-звонцы (табл. 2). Рыбное население в среднем течении реки отсутствует.

Таблица 2

Состав и структура зообентоса в р. Кирпичная-Халактырка, сентябрь 2009 г., %

Таксон	Верхнее течение		Среднее течение	
	N	B	N	B
Planaria	0,1	2,1	0,3	1,0
Nematoda	0,6	0,1	0,4	+
Oligochaeta.	39,6	15,3	50,4	31,7
Mermiitida			0,6	0,7
Hydracarina	0,8	0,1	1,0	0,1
Ostracoda	0,6	0,1	0,1	+
Amphipoda	+	0,6		
Mollusca	0,1	+		
Chironomidae larvae	56,3	35,9	46,3	12,6
Psychodidae larvae	0,2	0,5	0,1	+
Empididae larvae	0,5	0,7	0,1	+
Tipulidae larvae	0,2	31,1	0,4	53,6
Limoniidae larvae	0,1	3,5		
Ephemeroptera larvae			0,2	0,1
Plecoptera larvae	0,1	0,6	0,1	+
Trichoptera larvae	0,9	4,9	+	+
Tardigrada	+	+		
Пупарий	0,1	4,5		
Численность, тыс. экз./м <sup>2</sup>	27,2		23,3	
Биомасса, г/м <sup>2</sup>	7,0		17,6	

*Примечание:* как в табл. 1

Оценка экологического состояния в верхнем и среднем течении соответствует β-мезосапробной зоне.

**Ручей Кабан** (исследован в нижнем течении). Перед впадением в Авачинскую губу ручей протекает по равнинной местности, Правый берег высокий, на котором расположены жилые многоэтажки и проходит муниципальная дорога. В этом месте жителями сбрасывается в него различный мусор и, вероятно, поступают самотеком бытовые и фекальные сточные воды. Смыв с дороги дополняет загрязнение ручья. Слева ландшафт представлен лугом, переходящим в болото и ровной площадкой, с полуразвалившимися гаражами и свалками из всевозможного мусора. Запах сероводорода ощущается не только при шевелении грунта в ручье, но и в воздухе. Состав обитателей бентали довольно узкий и представлен только несколькими группами организмов (табл. 3). Преобладающее значение в зообентосе принадлежит малощетинковым червям, они доминируют по численности и биомассе. Значительное обеднение состава донного сообщества в руч. Кабан также как и в нижнем течении руч. Крутоберёга, определяется обильным поступлением загрязнений органического происхождения. Именно с этим связано преобладание малощетинковых червей по сравнению с другими систематическими группами. Ихтиоценоз отсутствует.

Оценка экологического состояния руч. Кабан соответствует полисапробной зоне.

Таблица 3

Состав и структура зообентоса в нижнем течении руч. Кабан

Таксон	Сентябрь 2009 г.	Июль 2010 г.
% от общей численности		
Nematoda	0,1	4,7
Mermitida	+	0,0
Oligochaeta	99,6	93,0
Ostracoda	+	0,1
Hydracarina	0,0	0,1
Chironomidae larvae	0,3	1,9
Chironomidae pupae	0,0	0,1
Psychodidae larvae	0,0	0,1
Tardigrada	+	+
% от общей биомассы		
Nematoda	+	0,1
Mermitida	0,1	0,0
Oligochaeta	99,5	93,2
Ostracoda	+	+
Hydracarina	0,0	+
Chironomidae larvae	0,4	6,1
Chironomidae pupae	0,0	0,1
Psychodidae larvae	0,0	0,5
Tardigrada	+	+
Количественные показатели		
Численность, тыс. экз./м <sup>2</sup>	1358,7	1256,0
Биомасса, г/м <sup>2</sup>	701,3	572,4

Примечание: как в табл. 1.

**Река Половинка** (исследована в нижнем течении). Из всего разнообразия донных беспозвоночных самыми массовыми представителями зообентоса являются комары-звонцы (табл. 4). Следует отметить, что наибольшую численность и биомассу комары-звонцы образуют на ст. 2. Среди прочих беспозвоночных следует отметить комплекс насекомых группы ЕРТ (Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera), показателей чистоты водных экосистем. В р. Половинка эти насекомые встречаются по всему исследованному руслу реки, причем на ст. 3 их доля достигает больших величин по сравнению с выше расположенными участками. Общеизвестно, что при увеличении загрязнения водных объектов возрастает встречаемость малощетинковых червей. В исследованных биотопах эти гидробионты немногочисленны и в формировании донных сообществ существенного значения не играют. Проведенные исследования ихтиоценоза выявили следующее: на ст. 3 рыбы не отмечены, тогда как на ст. 1 обнаружены гольцы *S. malma* жилой формы, размеры которых варьировали в пределах 4,8–10,8 см.

По составу зообентосных сообществ экологическое состояние реки в нижнем течении оценивается как хорошее, без признаков загрязнения.

Ранее, примерно до 70-х годов прошлого столетия, все исследованные водотоки имели высокий рыбохозяйственный статус, они использовались для рекреационных целей и для обеспечения питьевой водой населения городов. К настоящему времени водотоки в значительной сте-

пени потеряли рыбохозяйственное значение, так как тихоокеанские лососи не заходят в них на нерест, кроме того, некоторые из них совершенно не пригодны для рекреационных целей и водоснабжения. Деграция водотоков произошла в связи с нарушением миграционных путей водопропускными сооружениями, интенсивного использования для переправы автотранспортом, сооружением бетонных берего- и руслоукрепительных сооружений, массовым и многолетним браконьерством, а также поступлением загрязненных вод с дорог, окружающих ландшафтов, неочищенных сточных вод хозяйственно-бытового использования и из атмосферы.

Таблица 4

Состав и структура зообентоса в нижнем течении р. Половинка, сентябрь 2010 г., %

Таксон	Станция 1		Станция 2		Станция 3	
	N	B	N	B	N	B
Planaria	0,1	0,7	+	0,1	0,0	0,0
Mermitida	0,1	0,1	+	0,1	0,0	0,0
Nematoda	0,0	0,0	0,0	0,0	+	+
Oligochaeta	2,6	0,2	3,7	1,0	3,6	2,1
Ostracoda	0,1	+	0,0	0,0	0,0	0,0
Hydracarina	4,6	0,3	3,0	0,6	18,0	5,6
Chironomidae larvae	88,7	26,7	91,2	80,8	75,9	33,4
Chironomidae larvae	0,0	0,0	0,0	0,0	+	+
Psychodidae larvae	0,5	0,4	0,2	0,3	0,1	0,2
Limoniidae larvae	0,5	5,3	0,3	12,9	0,2	5,2
Tipulidae larvae	0,2	62,1	0,0	0,0	0,0	0,0
Simuliidae pupae	+	+	0,0	0,0	0,0	0,0
Empididae larvae	0,0	0,0	+	0,2	0,0	0,0
Ephemeroptera larvae	1,9	3,4	0,7	1,1	0,6	6,6
Plecoptera larvae	0,7	0,1	0,7	0,2	0,7	11,0
Trichoptera larvae	0,2	0,7	0,1	0,5	0,9	35,9
Trichoptera pupae	0,0	0,0	+	2,2	0,0	0,0
Численность, тыс. экз./м <sup>2</sup>	35,5		143,0		34,4	
Биомасса, г/м <sup>2</sup>	28,3		35,4		5,1	

Примечание: как в табл. 1

## Литература

1. Алимов А.Ф., Финогенова Н.П. Количественная оценка роли сообщества донных животных в процессах самоочищения пресноводных водоемов // Л., ЗИН. Гидробиологические основы самоочищения вод. 1976. – С. 5–14.
2. Баканов А.И. Использование зообентоса для мониторинга пресноводных водоемов // Биология внутр. вод. 2000. № 1. – С. 68–82.
3. Биоиндикация экологического состояния равнинных рек / Под ред. О.В. Бухарина, Г.С. Розенберга. – М.: Наука. 2007. – 403 с.
4. Израэль Ю.А., Гасилина Н.К., Болтнева Л.И., Диббес И.К., Назаров И.М. Научные и организационные принципы прогнозирования воздействия КАТЭК на окружающую природную среду // Всесторонний анализ окружающей природной среды: Труды IV советско-американского симпозиума / Ред.: Ю.А. Израэль. Л.: Гидрометеиздат, 1981. – С. 13–20.
5. Лихатович Д. Лосось без рек. – Владивосток: Издательский дом. Дальний Восток, 2004. – 276 с.
6. Стоун Л. Заповедник для лососей. Американское Рыболовное Общество, 1892. Центр дикого лосося. 2010. – 36 с.
7. Шубина В.Н. Бентос лососевых рек Урала и Тиммана. – Санкт-Петербург: Наука, 2006. – 401 с.
8. Шуйский В.Ф. Динамика биомассы макрозообентоса и макрозооперифитона литорали удобряемого мезотрофного озера в условиях интенсивного воздействия на сообщества прессы рыб-бентофагов // Сб. научных трудов ГосНИОРХ. 1987. Вып. 264. – С. 57–66.

## ЗООБЕНТОС РЕКИ ПОЛОВИНКА (БАСЕЙН РЕКИ АВАЧА)

*Т.Л. Введенская (ФГУП «КамчатНИРО»)  
Д.П. Позорелова (КамчатГТУ)*

*Проведен экологический биомониторинг в водотоках, протекающих по территории городов Петропавловск-Камчатский и Елизово, ранее имевших высокий рыбохозяйственный статус.*

Состояние рек находится в прямой зависимости от степени хозяйственного освоения бассейнов. Как показал накопленный опыт природопользования, масштабные антропогенные изменения ландшафтов приводят к значительным и, как правило, негативным изменениям речных экосистем [1, 2]. Ярким примером является деградация лососевых рек Северо-Западного побережья США [3, 4].

Оценка качества пресноводных объектов осуществляется не только по контролируемым показателям состава и свойств водной среды, но и по совокупности критериев, определяющих специфику структурно-функциональной организации сообществ гидробионтов и динамику их развития. Изменения, выходящие за пределы естественных флуктуаций, создание угрозы деградации или нарушения функций воспроизводства этих сообществ являются надежным показателем степени экологического неблагополучия водных объектов.

Проведение биомониторинга антропогенного воздействия на речные экосистемы обладает определенным преимуществом по сравнению с другими методиками, так как биологические объекты вследствие эффекта кумуляции чувствительны даже к сравнительно слабым изменениям качества среды обитания. Бентосные сообщества, например, в результате антропогенного воздействия, как правило, находятся в неблагоприятных условиях вследствие накопления загрязнений в придонном слое воды и осадках. В силу ограниченной лабильности и относительной толерантности бентоса, донные сообщества отражают фоновые загрязнения водных масс за относительно продолжительный период времени [5].

Антропогенное воздействие может изменить трофические условия в водоеме, что приводит к реорганизации трофической структуры сообщества, которая служит чутким индикатором этого воздействия. При этом обычно трофическая структура бентоса упрощается, сообщества заменяются более простыми, но играющими большую роль в самоочищении водоема, уменьшается доля животных с фильтрационным типом питания и увеличивается доля детритофагов-глотателей, изменяется влияние хищных животных [6, 7].

Гидробиологические показатели являются важнейшим элементом системы контроля загрязнения водной среды. Контроль окружающей природной среды по гидробиологическим показателям является высоко приоритетным, так как обеспечивает возможность прямой оценки состояния водных экологических систем, испытывающих вредное влияние антропогенных факторов [5].

Под загрязнением водных объектов понимается ухудшение их экономического значения и биосферных функций в результате антропогенного поступления в них вредных веществ или изменений характеристик стока. Экологическое действие загрязнений проявляется на организменном, популяционном, биоценоотическом и экосистемном уровнях. В конечном итоге происходит деградация экосистем – ухудшение их как элементов среды человека и снижение положительной роли в формировании биосферы [8].

В системе гидробиологической службы наблюдений и контроля поверхностных вод используются как индикаторы качества вод бактерии, простейшие, водоросли, макробеспозвоночные и рыбы. Каждая группа этих организмов в качестве биоиндикатора имеет свои преимущества и недостатки, которые определяют границы ее применения при решении тех или иных задач биоиндикации [9].

В камчатских водотоках популяции тихоокеанских лососей, характеризующиеся значительной естественной временной вариабельностью численности, не могут быть использованы для экспресс-мониторинга, основным объектом его служит макрозообентос, отличающийся обилием, продолжительностью жизненных циклов большинства видов и их биотопической приуроченностью. Беспозвоночные организмы, постоянно присутствуя в бентали, реагируют не только на слабые, но и на кратковременные («залповые») сбросы загрязняющих веществ, которые при физических и химических методах контроля, рассчитанных на дискретный во времени отбор проб, могут остаться не учтенными [10]. Определяя состав и структуру донных сообществ мож-

но дать предварительную оценку экологического состояния исследуемых водных объектов.

Проблемы малых рек – одни из ключевых проблем гидрологии, экологии, водного хозяйства и других отраслей, связанных с использованием водных ресурсов. Состояние малых рек является одним из индикаторов благополучия окружающей среды. По территории Камчатского региона протекает более 139 тыс. больших и малых рек, из которых 95,3% приходится на самые малые реки (длиной менее 10 км). Общая протяжённость всех рек составляет более 358 тыс. км, из которых 62% приходится на самые малые реки [11].

Река Авача раньше имела высокое рыбохозяйственное значение, она являлась местом нереста и нагула тихоокеанских лососей (горбуши, кеты, нерки, кижуча) и гольцов разных форм (жилье, проходные). В настоящее время происходит снижение рыбопродуктивности и даже деградация некоторых ее притоков.

Кроме рыбохозяйственного использования, река обеспечивает питьевой водой жителей городов Елизово и Петропавловска-Камчатского и имеет рекреационное значение.

Изменение рыбохозяйственного статуса р. Авача в сторону его уменьшения связано с ухудшением экологического состояния. Современная удельная рыбопродуктивность нерестилищ лососей в бассейнах р. Авача составляет 0,09 кг/м<sup>2</sup>. Это примерно в 28 раз ниже максимальной исторической рыбопродуктивности (с 1957 г.) равной 2,56 кг/м<sup>2</sup>. Особенно снижение касается водотоков, протекающих по территории г. Елизово и это обусловлено нарушением миграционных путей, поступлением неочищенных хозяйственно-бытовых стоков, смыва с полей и дорог, значительных загрязнений из атмосферы. Уровень последних формируется, в основном, выбросами автотранспорта, их доля составляет около 60% от общего числа выбросов вредных веществ [12]. Из-за сброса неочищенных сточных и загрязненных вод р. Авача высокой антропогенной нагрузке подвергаются и прибрежные воды Авачинской губы [13].

Целью данной работы является определение экологического состояния притока р. Авача – р. Половинка, протекающей по территории г. Елизово.

Гидробиологическое обследование р. Половинка проведено в среднем (на двух станциях: станция 1 расположена выше городских построек; станция 2 в городской черте) и нижнем течении (станция 3 в городской черте) в сентябре 2010 г. (рис. 1).



Рис. 1. Схема расположения станций на р. Половинка в г. Елизово: среднее течение – станции 1, 2; нижнее течение – станция 3

Из всего разнообразия донных беспозвоночных самыми массовыми представителями зообентоса являются комары-звонцы. Их доля от всех обнаруженных гидробионтов составляет от 75,9 до 91,2% по численности и от 26,7 до 80,8% по биомассе. Следует отметить, что наибольшую численность и биомассу комары-звонцы образуют в среднем течении (ст. 2), соответственно 130,5 тыс. экз./м<sup>2</sup> и 28,6 г/м<sup>2</sup> против 32,3 тыс. экз./м<sup>2</sup> и 7,6 г/м<sup>2</sup> (ст. 1) и 26,1 тыс. экз./м<sup>2</sup> и 1,7 г/м<sup>2</sup> в нижнем течении (ст. 3) реки. Среди прочих беспозвоночных следует отметить комплекс насекомых группы ЕРТ (Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera), показателей чистоты водных экосистем. В р. Половинка эти насекомые встречаются по всему исследованному руслу реки, причем в нижнем течении их доля достигает больших величин по сравнению с выше расположенными участками. Общеизвестно, что при увеличении загрязнения водных объектов возрастает встречаемость червей, особенно это касается представителей малощетинковых (Oligochaeta).

В исследованных зонах реки эти гидробионты немногочисленны и в формировании донных сообществ существенного значения не играют. Из всего обилия беспозвоночных следует, что основными структурными компонентами в среднем течении реки на ст. 1 являются комары-звонцы и долгоножки, на ст. 2 – исключительно комары-звонцы, в нижнем течении – комары-звонцы и ручейники.

Состав и структура макрозообентоса представлены в таблице 1.

Таблица 1

Макрозообентос р. Половинка, %

Таксон	Среднее течение				Нижнее течение	
	Станция 1		Станция 2		Станция 3	
	N	B	N	B	N	B
Planaria	0,1	0,7	+	0,1	0,0	0,0
Mermitida	0,1	0,1	+	0,1	0,0	0,0
Nematoda	0,0	0,0	0,0	0,0	+	+
Oligochaeta	2,6	0,2	3,7	1,0	3,6	2,1
Ostracoda	0,1	+	0,0	0,0	0,0	0,0
Hydracarina	4,6	0,3	3,0	0,6	18,0	5,6
Chironomidae l.	88,7	26,7	91,2	80,8	75,9	33,4
Chironomidae l.	0,0	0,0	0,0	0,0	+	+
Psychodidae l.	0,5	0,4	0,2	0,3	0,1	0,2
Limoniidae l.	0,5	5,3	0,3	12,9	0,2	5,2
Tipulidae l.	0,2	62,1	0,0	0,0	0,0	0,0
Simuliidae p.	+	+	0,0	0,0	0,0	0,0
Empididae l.	0,0	0,0	+	0,2	0,0	0,0
Ephemeroptera l.	1,9	3,4	0,7	1,1	0,6	6,6
Plecoptera l.	0,7	0,1	0,7	0,2	0,7	11,0
Trichoptera l.	0,2	0,7	0,1	0,5	0,9	35,9
Trichoptera p.	0,0	0,0	+	2,2	0,0	0,0
Всего	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Примечание: N – численность, B – биомасса, l. – личинки, p. – куколки, + – менее 0,1%

В заселенности разных участков бентали реки отмечены определенные различия (рис. 2). В среднем течении на ст. 1 и нижнем течении реки при практически одинаковой общей численности гидробионтов (соответственно 36,5 и 34,4 тыс. экз./м<sup>2</sup>), значения общей биомассы в верхне расположенном участке реки (28,3 г/м<sup>2</sup>) превышают таковую в нижнем (5,1 г/м<sup>2</sup>) в 5,5 раз. Столь большая биомасса обусловлена встречаемостью малочисленных, но очень крупных по размерам долгоножек (Tipulidae). Некоторые из них имели длину 40 мм и массу тела 320 мг. В среднем течении на ст. 2 общая численность (143,0 тыс. экз./м<sup>2</sup>) была значительно выше, чем в других участках реки, тогда как величина биомассы (35,4 г/м<sup>2</sup>) различалась не столь резко по причине отсутствия очень крупных представителей зообентоса.

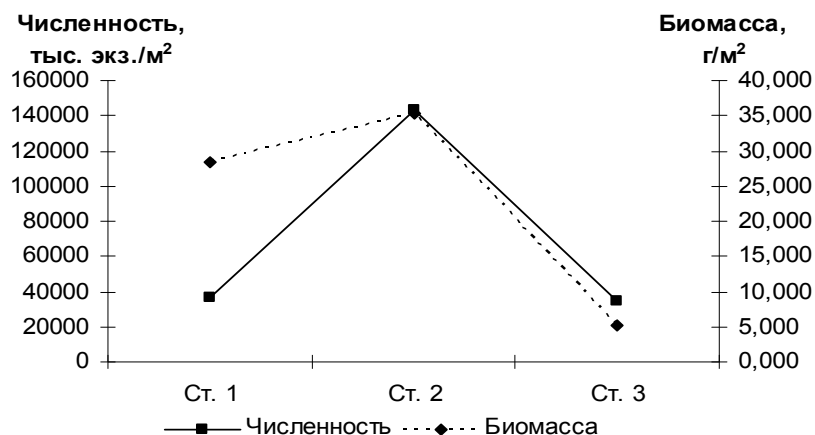


Рис. 2. Обилие макрозообентоса в р. Половинка в сентябре 2010 г., среднее (ст. 1, ст. 2) и нижнее (ст. 3) течение

По составу зообентосных сообществ экологическое состояние реки в среднем и нижнем течении оценивается как хорошее, без признаков загрязнения.

Проведенные исследования ихтиоценоза выявили следующее. В нижнем течении реки рыбы



не отмечены, тогда как в среднем течении они обнаружены только выше городских построек. Представителями ихтиоценоза является один вид гольцов *Salvelinus malma* жилой формы, размеры которых варьировали в пределах 4,8–10,8 см. Ранее в р. Половинка заходили на нерест тихоокеанские лососи и они нерестились в нижнем и среднем течении реки. Нерестовые площадки располагались через большие промежутки, или несколько чаще и на каждой размещалось по 2–10 штук лососей. В верхнем течении лососи отсутствовали [14].

К настоящему времени р. Половинка в значительной степени потеряла свое рыбохозяйственное значение, так как тихоокеанские лососи не заходят в реку на нерест, но при этом сохраняется хорошая кормовая база рыб. Деграция р. Половинка как нерестово-нагульного водоема для тихоокеанских лососей произошла в связи с нарушением миграционных путей, в основном из-за интенсивного использования реки автотранспортом, исключительно в нижнем течении, в районе Елизовской рыбинспекции, сооружением бетонных берего- и руслоукрепительных сооружений, а также массового и многолетнего браконьерства.

### Литература

1. Биоиндикация экологического состояния равнинных рек / Под ред. О.В. Бухарина, Г.С. Розенберга. – М.: Наука, 2007. – 403 с.
2. Шубина В.Н. Бентос лососевых рек Урала и Тиммана. – Санкт-Петербург: Наука, 2006. – 401 с.
3. Лихатович Д. Лосось без рек. Владивосток: Издательский дом Дальний Восток, 2004. – 276 с.
4. Стоун Л. Заповедник для лососей. Американское Рыболовное Общество, 1892. Центр дикого лосося, 2010. – 36 с.
5. Израэль Ю.А., Гасилина Н.К., Болтнева Л.И., Диббес И.К., Назаров И.М. Научные и организационные принципы прогнозирования воздействия КАТЭК на окружающую природную среду // Всесторонний анализ окружающей природной среды: Труды IV советско-американского симпозиума / Ред.: Ю.А. Израэль. – Л.: Гидрометеиздат, 1981. – С. 13–20.
6. Алимов А.Ф., Финогенова Н.П. Количественная оценка роли сообщества донных животных в процессах самоочищения пресноводных водоемов // Л., ЗИН. Гидробиологические основы самоочищения вод, 1976. – С. 5–14.
7. Шуйский В.Ф. Динамика биомассы макрозообентоса и макрозооперифитона литорали удобряемого мезотрофного озера в условиях интенсивного воздействия на сообщества пресса рыб-бентофагов // Сб. научных трудов ГосНИОРХ. Вып. 264, 1987. – С. 57–66.
8. Константинов А.С. Общая гидробиология. М.: Высшая школа. 1986. 472 с.
9. Абакумов В.А. К истории контроля качества вод по гидробиологическим показателям. В кн.: Научные основы контроля качества вод по гидробиологическим показателям. / Тр. Всесоюз. конф. Москва, 1-3 ноября 1978 г. Л.: Гидрометеиздат, 1981. – с. 46–74.
10. Баканов А.И. Использование зообентоса для мониторинга пресноводных водоемов // Биология внутр. вод. № 1, 2000. – С. 68–82.
11. Ресурсы поверхностных вод СССР. Камчатка. Т. 20. 1966.– 258 с.
12. Информация о состоянии окружающей среды в Камчатском крае в 2009 году. г. Петропавловск-Камчатский, Министерство природных ресурсов Камчатского края, 2010. – 137 с.
13. Ключкова Н.Г, Березовская В.А. Макрофитобентос Авачинской губы и его антропогенная деструкция. Владивосток. Дальнаука, 2001. – 208 с.
14. Остроумов А.Г. Нерестовое значение рек и озер Камчатской области и Корякского автономного округа (восточное побережье) // Петропавловск-Камчатский, 1998. – 140 с.

## ОБЗОР И ПЕРСПЕКТИВЫ ПРОМЫСЛА ТРУБАЧЕЙ В ПРИТАУЙСКОМ РАЙОНЕ

**В.Г. Григоров**  
(Магаданский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства  
и океанографии, г. Магадан)

*После десятилетнего запрета промысел трубочей в Притауйском районе был возобновлен в 2000 г. Период стабильных уловов 2002-2007 гг. сменился их снижением в последние три года. Поскольку пресс браконьерства не снижается, прогнозируется дальнейшее уменьшение уловов.*

Северная часть Охотского моря является основным районом промысла брюхоногих моллюсков сем. *Buccinidae* - трубочей. Согласно официальным статистическим данным, здесь вылавливается более 80% всех трубочей, добываемых в водах России. Наибольшие площади с концентрациями брюхоногих моллюсков расположены в Притауйском районе, южнее п-ова Кони на глубинах от 100 до 260 м. Гидрологические условия этого района благоприятны для формирования плотных скоплений промысловых видов трубочей: *Buccinum osagawai*, *B. ectomocuta* и *B. petrophigus* [1].

Промышленный лов трубочей в Притауйском районе повторно был открыт в 2000 г., после длившегося 10 лет запрета на промысел. К вылову было рекомендовано 2,5 тыс. т трубочей ежегодно. С возобновлением промысла увеличился объем промысловой и биологической информации, что позволило постепенно увеличить их ОДУ в Северо-Охотоморской подзоне. Доля освоения выделенных квот все годы составляла 95-99%. Исключением стал 2004 г., когда по организационным причинам не была освоена часть квот (рис. 1).

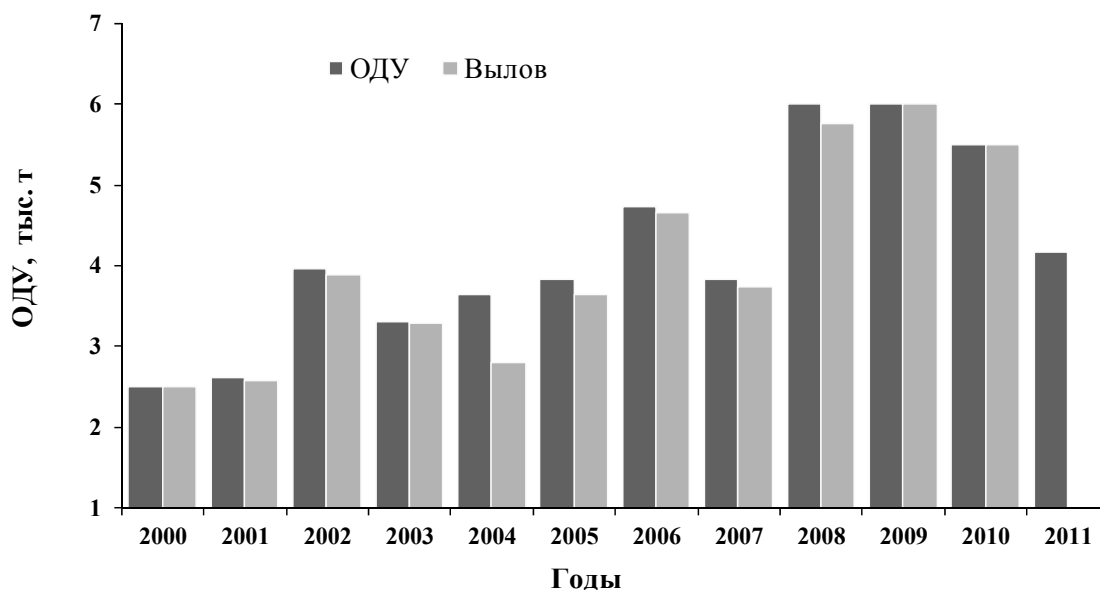


Рис 1. Динамика ОДУ трубочей Северо-Охотоморской подзоны и его освоение в 2000 – 2011 гг. (тыс. т)

Вступление в промысел поколений промысловых видов трубочей, сформировавшихся в период запрета на промышленный лов, обеспечило стабильный рост средних уловов на ловушку в 2000-2007 гг. с 4,7 до 7,4 кг. [2].

Однако в 2008 г., впервые после повторного открытия традиционного района для промысла, было отмечено резкое снижение плотности скоплений промысловых видов трубочей, средний улов на ловушку уменьшился до 4,8 кг. Были отмечены участки, на которых трубочи отсутствовали вовсе, чего ранее здесь не отмечалось. В 2009 и 2010 гг. тенденция снижения промыслового запаса сохранилась. На основе данных о состоянии запасов в 2009 г. ОДУ трубочей на 2011 г. рассчитан на уровне 4 тыс. т. В 2010 г. средние уловы трубочей составили 4,3 кг на ловушку, т.е. по сравнению с периодом устойчивого промысла (2002-2006 гг.), связанного со стабильным

состоянием популяций трубачей, средние уловы снизились на 2,5 кг.

Промышленным ловом в Северо-Охотоморской подзоне в период с 2000 по 2005 гг. занимались от 3 до 5 единиц специализированного флота. С 2006 г. в промысле ежегодно участвуют от 10 до 12 судов. В 2010 г. официально в промысле трубачей участвовало 10 судов. Для популяций трубачей, обитающих в Притауйском районе, характерно наличие скоплений однородной (в среднем) плотности, которая зависит от года и сезона промысла. Поэтому у судов, ведущих лов в этом районе, и обладающих почти одними и теми промысловыми характеристиками, уловы должны быть в среднем одинаковыми. Однако по мере увеличения интенсивности промысла с 2006 г., наблюдается тенденция разделения всех судов на две группы по показателю эффективности лова трубачей. В качестве такого показателя можно использовать средний суточный вылов и улов на усилие (ловушку).

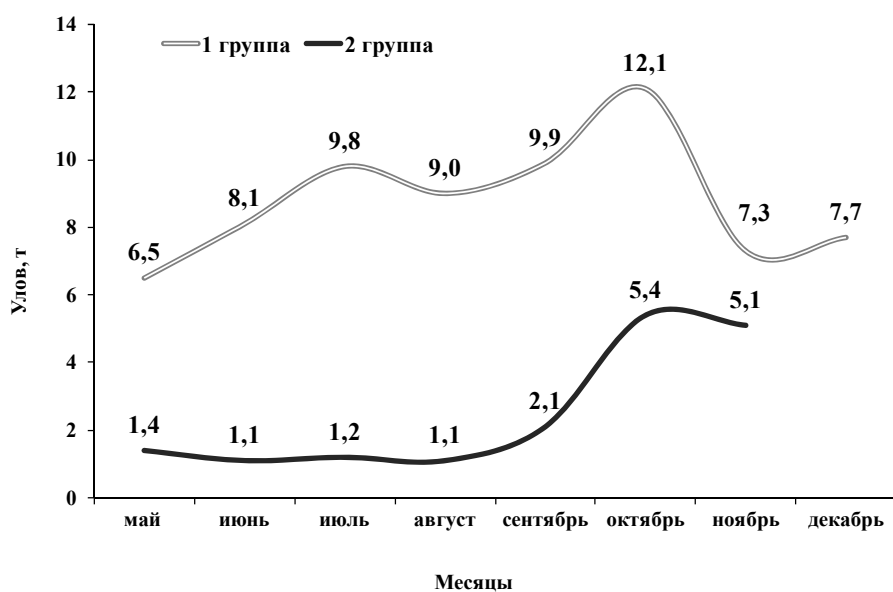


Рис. 2 Средние суточные уловы двух групп судов на промысле трубачей в Притауйском районе в 2010 г.

К первой группе относятся суда с уловами 6-8 кг/лов. Средние суточные уловы в этой группе в течение года не опускаются ниже 6,5 т (рис. 2). Из четырех судов этой группы, три находились на промысле не более 2 месяцев, и одно судно работало с мая по декабрь. В 2010 г. суда этой группы в течение 355 судосудок выбрали 60% квоты трубачей в Северо-Охотоморской подзоне.

Ко второй группе относятся суда с уловами 1-2 кг/лов. Для судов этой группы, характерно наличие относительно небольшой квоты трубачей (200-400 т), которая осваивается весь безледовый период (с мая по ноябрь). Фактически период промысла судов второй группы ограничен лишь погодными условиями. Суда второй группы в течение пяти месяцев показывали минимальные суточные уловы (1,1-1,5 т). И только в октябре-ноябре их уловы резко повысились. Такое распределение уловов в течение года не типично для промысла трубачей в Притауйском районе, что подтверждается промысловыми показателями первой группы судов. Фактический вылов судов второй группы составил 40% выделенной квоты трубачей за 866 судосудок. Доля судов на промысле, которые относятся ко второй группе, ежегодно составляет не менее 60%, и состав группы не меняется. Сопоставляя районы работы и характеристики вылова выделенных групп, можно утверждать, что суда второй группы скрывают большую часть улова трубачей.

Одновременно с интенсификацией промысла наблюдаются изменения биологических характеристик основных промысловых видов трубачей в Притауйском, традиционном районе промысла. Снизилась доля молодежи в популяции *B. osagawai*. У другого вида промысловых трубачей - *B. ectocoma* - отмечено резкое уменьшение высоты раковины до минимального за все годы наблюдений размера – 80 мм. Уменьшение плотности промысловых скоплений трубачей на фоне снижения размеров промысловых особей и уменьшения доли молодежи свидетельствует о депрессивных процессах, идущих в соответствующих популяциях. Естественный компенсационный механизм этих популяций не в состоянии поддерживать запас трубачей на стабильном уровне.

Резюмируя все выше сказанное, можно констатировать, что после одиннадцати лет промысла запасы трубачей в Притауйском районе вновь снизились до исторического минимума. В то же время по экспертным оценкам ежегодные поставки этих моллюсков из российских вод ежегодно

превышают ОДУ не менее чем в 2-3 раза.

По нашим наблюдениям, пресс нелегального промысла в последние годы не снижается, поэтому предполагаем, что запасы трубачей в Притауйском районе продолжают уменьшаться. Для их сохранения необходимо введение запрета на промысел трубачей в северной части Охотского моря. Этот запрет снимет промысловое давление с популяций и позволит естественным путем постепенно увеличить запасы основных видов трубачей. Пока сложно прогнозировать на какой срок может быть введен такой запрет, во многом это будет зависеть от того, как он будет соблюдаться. При предыдущем закрытии Притауйского района на запретной для промысла акватории имело место браконьерство, и это послужило причиной достаточно долгого восстановления запасов трубачей [1].

В заключение необходимо подчеркнуть, что введение запрета на промысел само по себе не будет иметь положительных результатов, если не будет обеспечено эффективной работой рыбоохранных организаций.

### Литература

1. Михайлов В.И., Бандурин К.В., Горничных А.В., Карасев А.Н. Промысловые беспозвоночные шельфа и материкового склона северной части Охотского моря // Магадан: МагаданНИРО. 2003. С. 213–263.

2. Горничных А.В. Современное состояние промысла брюхоногих моллюсков // М.: Вопросы рыболовства. Т. 9. № 2(34), 2008. – С. 439–448.

УДК 39

## К ВОПРОСУ СОХРАНЕНИЯ КУЛЬТУРЫ КОРЕННОГО ОСЕДЛОГО НАСЕЛЕНИЯ КАМЧАТКИ

*Г.В. Ивашкевич, А.А. Буклов, (КамчатГТУ)*

*О сохранении водных ресурсов, как объекта природопользования ительменов.*

На огромной территории Дальнего Востока с древних времен проживают различные этносы: чукчи, нивхи, коряки, ительмены и др. Первым обратил внимание на особенности их культуры и языка был Л.И. Шренк. Он отмечает, что предки современных палеоазиатских народов, и в частности ительмены Камчатки, жили на нынешней своей родине уже на рубеже первого тысячелетия [2].

Культура ительменов имеет свое ценностное уникальное ядро, воплощающее ее хронотип, т.е. специфику ее локализации в мире и накопленный исторический опыт. Условием выживаемости культуры было и остается оптимальное соотношение универсальных и специфических ценностей, позволяющих сохранить самобытность и взаимодействие с другими культурами. Культуры поддерживают непрерывность своего существования за счет трансформации своих ценностей, которые в истории ительменов как духовные опоры, помогали устоять перед тяжелыми жизненными испытаниями. Они придают смысл человеческой жизни, а жизнь без ценностей невозможна [3,5].

В процессе освоения среды своего обитания культура ительменов приспособилась к природно-климатическим условиям, в которых главными занятиями были охота на морского и пушного зверя, собирательство, рыболовство. Повсеместно ительмены селились в местах хозяйственной деятельности – на морских побережьях и на берегах рек. При этом, как и другие аборигены Камчатки, они добывали ровно столько, сколько было необходимо им для пропитания и хозяйственных нужд. Этнические доминанты (этнические ценности, язык, семья, уклад жизни и др.), существующие в ительменской культуре, оказались настолько жизнеспособными, что, несмотря на нередко критические исторические обстоятельства, сохранились до сегодняшнего дня, но в силу сложных современных жизненных условий нуждаются в поддержке и сохранении.

Во второй половине двадцатого века на Камчатке возникают многочисленные родовые общины ительменов, которые используя современные подходы природопользования сохраняют и его традиционные виды, унаследованные от предшествующих поколений. Сам факт наличия традиций, означает, что данная культура в жизнедеятельности ныне существующих поколений,

является результатом саморазвития, самосохранения, самовоспроизведения культуры ее предков в процессе смены поколений. Вопрос о том, что именно и в какой форме будет унаследовано последующими поколениями остается сейчас открытым [5]. При этом становится ясным, что решение проблемы сохранения культуры ительменов, дальнейшего комплексного использования и сохранения природных ресурсов в местах традиционного обитания аборигенов не может быть осуществлено, в частности, без учета влияния на окружающую среду хозяйственных мероприятий региона, в том числе и влияния деятельности самих родовых общин.

Исторически сложилось так, что ительмены селились в бассейнах малых рек, которые наиболее уязвимы в экологическом отношении. Тем не менее, многие водотоки достаточно интенсивно вовлечены в хозяйственный оборот и стали уже непригодными для их традиционного использования родовыми общинами, которые находятся на грани исчезновения. Отсюда следует, что сохранение в этих местах водных ресурсов как части культуры ительменов в настоящее время весьма актуально. Необходимо осторожно подходить к вовлечению в хозяйственный оборот имеющиеся здесь природные богатства с тем, чтобы сохранить веками сформировавшееся на этих территориях природное равновесие.

Очевидно, вся система рационального использования и сохранения природных ресурсов на территории обитания ительменов Камчатки требует учета в первую очередь таких видов влияния возможной хозяйственной деятельности как, агротехническая, лесохозяйственная, оросительная и осушительная мелиорация, урбанизация, рыболовство, добыча полезных ископаемых и водопользование. Роль иных видов деятельности является менее значительной.

Таким образом, влияние на водные ресурсы малой реки, как на главный объект природопользования ительменов, основных видов хозяйственной деятельности выразится алгебраической суммой изменений гидрологического режима, возникающих под влиянием каждого вида воздействия в отдельности:

$$Y = Y_a + Y_{л} + Y_{ор} + Y_{ос} + Y_y + Y_p + Y_{дпи} + Y_v, \quad (1)$$

где  $Y_a$  – изменение в стоке под влиянием агротехнических мероприятий: распашки и полезащитных мероприятий на водосборе;  $Y_{л}$  – изменение в стоке под влиянием лесохозяйственных мероприятий;  $Y_{ор}$  – изменение в стоке под влиянием орошения сельскохозяйственных полей;  $Y_{ос}$  – изменение в стоке под влиянием осушительных мелиораций;  $Y_y$  – изменение в стоке под влиянием урбанизированных территорий (строения и дороги);  $Y_p$  – изменение гидрологического режима под влиянием рыбохозяйственных мероприятий (добыча, переработка рыбы и др.);  $Y_{дпи}$  – изменение в стоке под влиянием добычи полезных ископаемых;  $Y_v$  – изменения в результате водопользования, водопотребления и водоотведения.

Вышеуказанная формула в бассейне отдельно взятой реки дает наглядное представление о возможных изменениях стока воды (уменьшении или увеличении) и его химического состава под влиянием хозяйственного освоения территории. В процессе природопользования эти изменения можно учитывать и путем ограничения масштабов и отдельных видов хозяйственной деятельности на конкретном водосборе получать необходимые или восстанавливать веками сложившиеся стоковые параметры. Таким образом, становится возможным осуществлять на практике регулирование (изменение) гидрологического режима водных объектов, что даст возможность сохранять природные ресурсы (в том числе и водные) в состоянии, пригодном для дальнейшего традиционного их использования родовыми общинами ительменов.

Подобное регулирование гидрологических изменений в стоке реки под влиянием отдельных видов хозяйственной деятельности может быть произведено только на основе организованного мониторинга природных ресурсов и их комплексного использования и на основе вариантных расчетов, в том числе с испытанием уже известных формул и методик, рекомендованных различными авторами для других районов страны [1,2,4].

При этом, например, можно использовать воднобалансовые методы анализа. На их основе разработана модель учета влияния на годовой и сезонный сток основных, указанных выше, видов хозяйственной деятельности. Этот метод в решении рассматриваемой задачи, основан на использовании территориально-гидрологического принципа в изучении элементов водного и теплового балансов и их изменений под влиянием разных видов хозяйственной деятельности.

Территориально-гидрологический принцип позволяет определить возможность перехода от частного к общему, от точки на водосборе ко всей его площади на основе установленных закономерностей изменения элементов водного баланса и гидрологического режима под влиянием отдельных антропогенных факторов в сочетании с факторами, обуславливающими их формиро-

вание на типичных для природной зоны ландшафтах. На данной основе можно моделировать процесс преобразования элементов водного баланса, что позволяет осуществить расчет и прогноз преобразований в стоке и выбрать оптимальный вариант возможных изменений с учетом рационального использования и охраны водных ресурсов малых рек.

Модель учета преобразования стока под влиянием упомянутых видов хозяйственной деятельности может быть записана в следующем символическом изображении:

$$\Delta Y = \sum_{i=1}^n (\varphi K_y f_I + \psi K_w f_H), \quad (2)$$

где  $\sum_{i=1}^n$  — суммарное изменение стока на  $n$  участках с преобразованным стоком на водосборе с учетом различия в почвогрунтах, уклонах склонов и глубинах до уровня грунтовых вод;  $\varphi$  и  $\psi$  — функции, выражающие взаимосвязь изменений соответственно среднего многолетнего склонового и грунтового стока с климатическими, почвенными, геоморфологическими и гидрогеологическими факторами для определенных, заранее принятых условий на водосборах. Так, например, при учете влияния на сток агротехнических мероприятий указанные функции выражают взаимосвязь средне-многолетних значений изменения составляющих стока на водосборах, условно сложенных, например, суглинистыми почвогрунтами, полностью распаханых с фиксированной глубиной и расположенных в пределах одинаковых природных зон;  $K_y$  и  $K_w$  — система коэффициентов перехода от изменений составляющих стока для принятых начальных условий к изменениям стока в годы различной водности и с учетом реальных соотношений факторов стокообразования на водосборе. К их числу, например при учете влияния агролесомелиораций на годовой сток, относятся: почвогрунты с иным механическим составом (супеси и легкие суглинки), распашка с фиксированной глубиной и различной агротехнической обработкой, расположение расчетных водосборов в пределах природных зон;  $f_I$  и  $f_H$  — доля площади водосбора с преобразованным стоком в пределах почвогрунтов с различным механическим составом и различными уклонами склонов ( $I$ ) и доля площади водосбора с преобразованным стоком в пределах тех же почвогрунтов с различными глубинами до грунтовых вод ( $H$ ).

Практическая реализация рассматриваемой модели осуществляется на основе математического описания зависимостей стока и его изменений под влиянием хозяйственной деятельности от факторов, обуславливающих его формирование, или на основе эмпирических формул [1,4].

Дальнейшие разработки на основе накопления материалов мониторинга водосборов и угонд позволят обосновано управлять природопользованием в районах традиционного проживания аборигенов Камчатки, сохранять природные ресурсы пригодными для дальнейшего их использования и тем самым сохранить культуру оседлого населения Камчатки - ительменов.

### Литература

1. Дерябин В.М., Ширяк И.М. Оценка возможности водохозяйственного использования мелких рек с учетом их экологических особенностей. - Красноярск: Россельхозиздат, 1992. — с. 126–132.
2. История и культура ительменов. Историко-этнографические очерки. Л.: Наука, 1990.
3. Николаенко В.Т. Лес и защита водоемов от загрязнения. — М.: Лесная промышленность, 1990. — 264 с.
4. Старкова Н.К. Ительменская материальная культура 18-20 вв. М.: Наука, 1976.
5. Стародубцев В.М. Влияние орошения на мелиоративные качества речного стока. — Алма-Ата: Наука, 1985. — 168 с.
6. Орлова Е.П. Ительмены: Историко-этнографический очерк. — СПб.: Наука, 1999.

## НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ НАБЛЮДЕНИЙ ЗА ГИДРОЛОГИЕЙ, ВИДОВЫМ БИОРАЗНООБРАЗИЕМ И ВОЗРАСТНОЙ СТРУКТУРОЙ НА РЕКЕ КОЛЬ В АВГУСТЕ 2010 ГОДА

*А.П. Лозовой, С.А. Овчеренко, В.Г. Вахраков  
(КамчатНИРО),*

Проведены наблюдения за видовым разнообразием, возрастной структурой и гидрологическими параметрами реки Коль. Установлено, что в период наблюдений (август 2010 г.) в районе биостанции «Река Коль» встречены следующие виды рыб: молодь кижуча, чавычи, нерки, кеты и симы. Отмечены микижа, мальма, кунджа, трёхиглая и девятииглая колюшки.

За период наблюдений отмечены два пика половодья, которые связаны с обильными осадками. Содержание кислорода в среднем составляло 9,4 мг/л. Максимальные и минимальные показатели составляли 10,8 и 8,2 мг/л соответственно. Температура воды составляла в среднем 11,3 °С. Максимум составлял 13,5°С, а минимум 9,5 °С. Колебания температурного режима связано с изменением уровня облачности.

Наблюдения в районе биологической базы «Река Коль» проводились в период с 5 по 23 августа 2010 года. Биостанция располагается в нижнем течении реки Коль, где она образует многочисленные рукава, некоторые из них имеют завал деревьев, перекаты и ямы. В период наблюдений средняя глубина в районе станции, в межень, составляла 2 м и до 20 см на перекатах. Средняя скорость течения – 1,5 м/с, а температура воды изменялась от 10 до 13,5°С.

Анализ состава ихтиофауны по контрольным уловам показал, что в районе биостанции, помимо идущих на нерест лососей, были встречены следующие виды рыб: молодь кижуча *Oncorhynchus kisutch*, чавычи *O. tshawytscha*, нерки *O. nerka*, кеты *O. keta* и симы *O. masou*. Отмечены микижа *Parasalmo mykiss*, мальма *Salvelinus malma*, кунджа *S. leucomaenis*, трёхиглая колюшка *Gasterosteus aculeatus* и девятииглая колюшки *Pungitius pungitius*.

Самым многочисленным видом в этот период наблюдений, была мальма. Она встречалась в каждом улове и её доля в суммарном улове составляла 60,3%. Второй по численности являлась кунджа (15,4%), а третьим молодь кижуча (14,8%). Менее многочисленными видами были молодь чавычи, симы, разновозрастная микижа, колюшка (рис. 1).

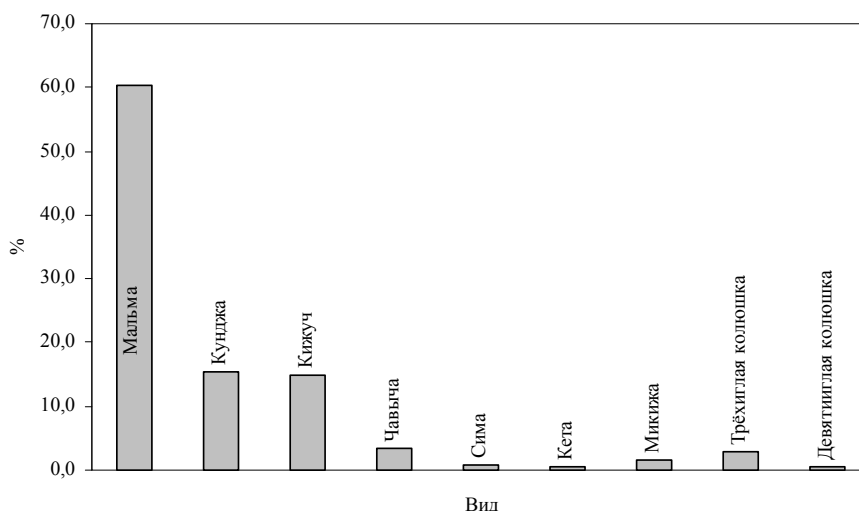


Рис. 1. Соотношение различных видов рыб в реке Коль, %

Мальма, как многочисленный вид присутствовала повсеместно. Наибольшее её количество встречено в уловах обловлено малькового вентера. Размеры её тела варьировали в пределах от 9,5 до 24,9 см, а средняя величина составляла 14,1 см. Масса тела варьировала в пределах от 10,4 до 178,8 г (в среднем 33,1 г). Интенсивность питания была низкой – средний балл наполне-

ния желудков составлял 1 балл. Жирность проанализированных рыб колебалась в пределах от 1 до 4 баллов. Анализ возрастного состава показал, что в уловах присутствовали особи трех возрастных групп: 1+ (25,8%), 2+ (45,2%) и 3+ (29%).

Кунджа. Длина тела обловленных особей варьировала от 6,7 до 24,3 см, в среднем 16,7 см. Масса тела изменялась в пределах от 5,3 до 150,8 г, составляя в среднем 56,3 г. По сравнению с мальмой кунджа питалась более активно. Средний балл наполнения желудка составлял 2,1. Жирность – 2,5 балла. При проведении биологического анализа было установлено, что у кунджи, размерами от 22,2 см, в спектре питания начинает присутствовать молодь рыб, в частности молодь кижуча. Так же как и у мальмы в уловах присутствовали и рыбы трех возрастных групп: 1+ (12,5%), 2+ (70,8%) и 3+ (16,7%).

Молодь кижуча облавливалась только мальковым венгером. Размеры тела варьировали в пределах от 3,2 до 17,6 см и в среднем составляли 7,5 см. Масса тела изменялась в пределах от 0,4 до 50,8 г, составляя в среднем 9,0 г. Средний балл наполняемости желудка – 2,1. Жирность 2,5 балла. Молодь чавычи в уловах встречалась значительно реже. Её размеры колебались в пределах 5,6–9,8 см, составляя в среднем 7,6 см. Масса тела изменялась от 2,9 до 27,8 г, средняя 6,7 г. Средний балл наполняемости желудка составляла 1,7, а жирность 3,1 балла.

Особь симы были пойманы в укрытиях, из нависающих над водой деревьев. Всего было поймано 8 шт. Её средние размеры составляли 13,1 см, а средняя масса 30,0 г.

Микижа присутствовала в уловах единично, всего было поймано 16 шт.

За период наблюдений отмечены два пика половодья, которые связаны с обильными осадками (рис. 2). Максимальные значения уровня воды приходятся на 8 и 9 числа августа из-за обильных дождей, которые прошли 5-7 августа. Далее наблюдалось постепенное снижение уровня до 16 числа. Начавшийся вскоре дождь уже спустя сутки спровоцировал новый подъём уровня воды.

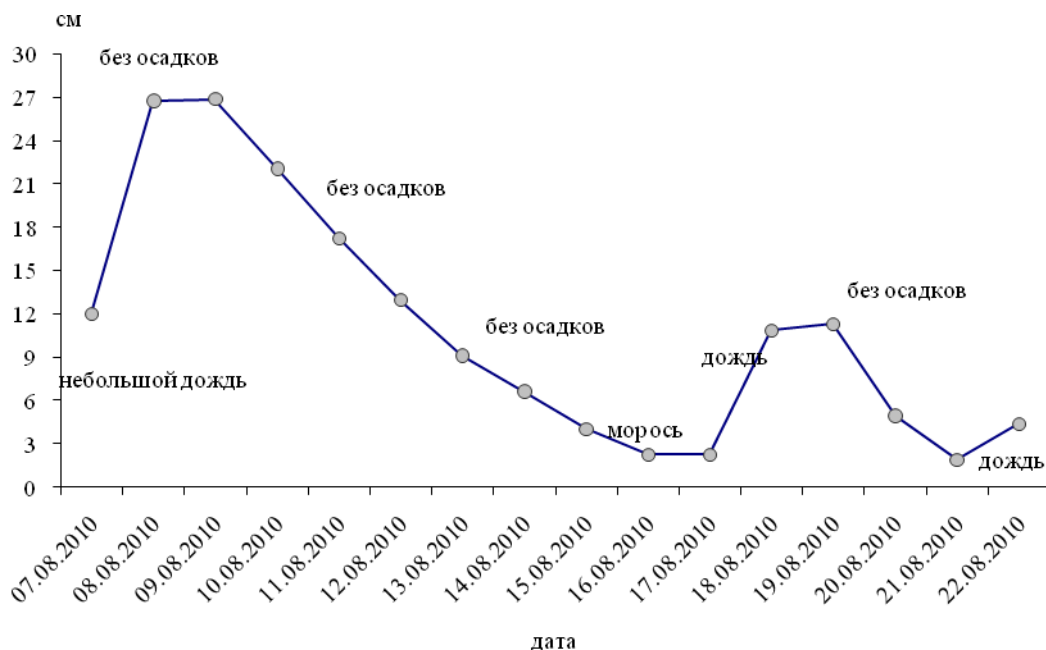


Рис. 2. Изменение уровня воды в реке Коль в период с 7 по 22 августа.

Содержание кислорода в среднем составляло 9,4 мг/л. Максимальные и минимальные показатели составляли 10,8 и 8,2 мг/л соответственно.

Температура воды составляла в среднем 11,3°C. Максимум составлял 13,5°C, а минимум 9,5°C (рис. 3). Колебания температурного режима связано с изменением уровня облачности. В дни повышенной облачности происходит снижение температуры, а в дни малой облачности – повышение.



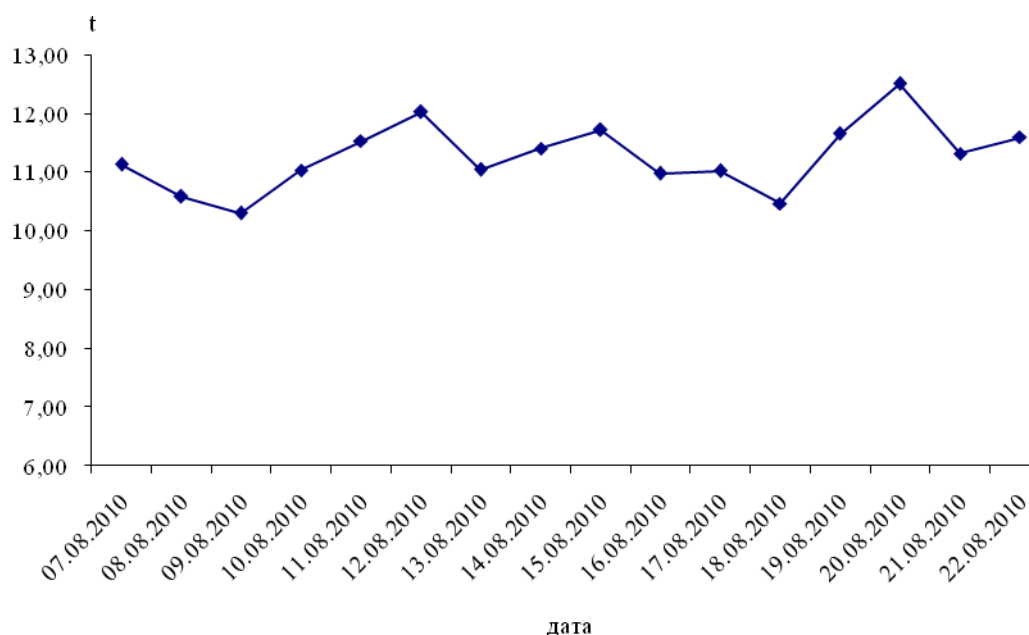


Рис. 3. Колебания температуры воды в реке Коль за период с 7 по 22 августа.

УДК 57

## ВЕСЕННЕЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЭВФАУЗИИД (CRUSTACEA: EURHAUSIACEA) ВБЛИЗИ ПОБЕРЕЖЬЯ КАМЧАТКИ

*К. В Лосенкова, Н. А Седова (КамчатГТУ)*

*Наиболее массовыми в весенних пробах, собранных вблизи восточного побережья Камчатки, были представители двух видов – *Th. inermis* и *Th. rashii*. Средняя численность *Th. rashii* в 2001 г составляла 1,7 экз/м<sup>3</sup>, в 2002 г – 3,2 экз/м<sup>3</sup>. Максимальные скопления были обнаружены над глубинами 50–100 м в ночное время. У восточного побережья *Th. rashii* отмечен над глубинами от 62 до 243 м на юго-востоке Камчатки и до глубины 590 м в районе Авачинского залива. Представители *Th. inermis* были обнаружены в 73% проб, взятых вблизи восточного побережья. Максимальное количество *Th. inermis* отмечено на глубинах от 57 до 92 м.*

Эвфаузиевые рачки являются составной частью океанического зоопланктона. Ими питаются усатые киты, многие промысловые рыбы, тюлени и птицы. Эвфаузииды имеют важнейшее значение в экономике рыбного и китобойного промыслов. В последнее время значение этих ракообразных возрастает в связи с непосредственным использованием их для пищевой промышленности. Приуроченность к определенным широтным зонам позволяет использовать эту группу гидробионтов для целей географического районирования.

Фауна эвфаузиид Мирового океана исследована неравномерно. Наиболее полно она изучена в областях наибольшего рыболовного и китобойного промыслов. Эвфаузииды северо-западной части Тихого океана, особенно виды, населяющие прикамчатские воды, изучены недостаточно. Целью работы является изучение качественного и количественного состава эвфаузиид вблизи юго-восточного и западного побережья Камчатки ранней весной.

Материалом для данной работы послужили сборы планктона, выполненные в тихоокеанских водах у восточного побережья Камчатки в марте-апреле 2002, 2009 г. между 50°56' и 53°58' с.ш. и 158°39' и 160°17' в.д. над глубинами 30–1800 м и у западного побережья Камчатки между 51°00' и 58°00' с.ш. и 154°09' и 156°25' в.д. над глубинами от 15 до 850 м. Использовали ихтиопланктонную коническую сеть с диаметром входного отверстия 80 см и размером ячеей 0.56 мм. Выполняли вертикальный лов в слое 500–0 м. Всего было обработано 160 проб. В пробе подсчитывали количество рачков, измеряли их длину, взвешивали на электронных весах, определяли их видовую принадлежность и пол.

В пробах было обнаружено 5 видов эвфаузиид: *Thysanoessa inermis* (Kroyer, 1846), *Th. rashii* (M. Sars, 1864), *Th. longipes* Brandt, 1851 и *Th. inspinata* (Nemoto, 1963), *Euphausia pacifica* Hansen, 1911. *Th. inermis*, *Th. longipes* и *Th. inspinata* являются характерными представителями открытых вод, *Th. rashii* – типичный надшельфовый вид, проникающий и в неритическую зону. Личинки, как правило, обитают в прибрежной зоне. В наших пробах личинки эвфаузиид были обнаружены всего на нескольких станциях в малом количестве, так как они обычно появляются в планктоне только в начале лета. Взрослые и ювенильные особи были пойманы над глубинами от 29 до 590 м. *E. pacifica* встречается как в океанических, так и в прибрежных водах. Максимальное количество эвфаузиид было поймано в ночное время. Днем рачки опускаются в более глубокие слои, поэтому плотность эвфаузиид на глубоководных станциях днем не превышала 0,16 экз./м<sup>3</sup>. В пробах встречались, главным образом, половозрелые особи. Соотношение самцов и самок у всех обнаруженных видов колебалось в широких пределах – от 1:2 до 2:1 – и не зависело от глубины или времени суток. Ювенильные особи отмечены в четверти проб, в которых присутствовали эвфаузииды. В большинстве случаев неполовозрелых особей было мало, лишь на двух станциях их доля составила 30%. Средняя численность и биомасса эвфаузиид в этом районе были достаточно высокими и составляли 0,5 экз./м<sup>3</sup> и 10 мг/м<sup>3</sup>, соответственно. Максимальные значения численности и биомассы отмечены в Авачинском заливе на станциях с глубинами от 69 до 590 м., а в южной части – над глубинами от 57 до 92 м.

Наиболее массовыми в весенних пробах, собранных вблизи восточного побережья Камчатки, были представители двух видов – *Th. inermis* и *Th. rashii*. Их часто называют в числе первых пяти по биомассе видов. Это связано не столько с высокой плотностью рачков, сколько с крупными размерами взрослых особей. У западного побережья Камчатки наиболее массовыми были представители *Th. rashii*, которые отмечены в 60-80% всех проб. Средняя численность этого вида в 2001 г составляла 1,7 экз./м<sup>3</sup>, в 2002 г – 3,2 экз./м<sup>3</sup>. Максимальные скопления были обнаружены над глубинами 50-100 м в ночное время (18,5 экз./м<sup>3</sup> в 2001 г и 30,2 экз./м<sup>3</sup> в 2002 г). У восточного побережья *Th. rashii* отмечен над глубинами от 62 до 243 м на юго-востоке Камчатки и до глубины 590 м в районе Авачинского залива. Относительно глубоководное нахождение данного вида связано, вероятно, с небольшим количеством мелководных станций. Этот вид встретился в 34% всех проб. Плотность *Th. rashii* в тихоокеанских водах составила в среднем 0,1 экз./м<sup>3</sup> в Авачинском заливе и 0,3 экз./м<sup>3</sup> – в юго-восточной части, а биомасса была в среднем 5,0 и 6,0 мг/м<sup>3</sup>, соответственно.

Представители *Th. inermis* были обнаружены в 73% проб, взятых вблизи восточного побережья, пойманы как над шельфом, так и за его пределами, преимущественно в районе юго-востока Камчатки на глубинах от 45 м до 243 м, а в Авачинском заливе на станциях с глубинами от 29 до 590 м. Максимальное количество *Th. inermis* отмечено на глубинах от 57 до 92 м. Биомасса в южной части района исследований была выше, чем в Авачинском заливе, и в среднем составила 20 мг/м<sup>3</sup> и 3 мг/м<sup>3</sup>, соответственно. Средняя плотность по всей акватории района – 0,5 экз./м<sup>3</sup>. У западного побережья Камчатки особи *Th. inermis* весной 2001 г в малых количествах присутствовали в 7 % взятых проб, в апреле 2002 г этот вид не был пойман ни разу. В дневное время вид встречался над глубинами не менее 150 м.

В Охотском море *Th. inspinata* встречалась всего в нескольких пробах в небольшом количестве. В тихоокеанских водах плотность *Th. inspinata* составила в среднем 0,02 экз./м<sup>3</sup> в Авачинском заливе и 0,01 экз./м<sup>3</sup> на юге, биомасса – 0,8 и 0,9 мг/м<sup>3</sup>, соответственно. Единичные представители этого вида были обнаружены в 11% исследуемых проб, главным образом, в районе юго-востока Камчатки над глубинами от 77,5 м до 243 м, а в районе Авачинского залива – над глубинами от 123 до 152 м.

Представители *Th. longipes* у западного побережья были пойманы всего один раз над глубинами до 100 м в светлое время суток, остальные случаи поимки этого вида над глубинами менее 100 м относятся к темному времени суток. Максимальная плотность этих рачков достигала 2,9 экз./м<sup>3</sup>, представители данного вида присутствовали только в половине всех взятых в Охотском море проб. Над глубинами более 300 м в 2001 г плотность *Th. longipes* была больше в несколько раз, чем плотность *Th. rashii*, в 2002 г наблюдается обратное соотношение. Максимальное количество *Th. longipes* (2,9 экз./м<sup>3</sup>) было поймано над глубинами более 500 м в ночное время.

У восточного побережья *Th. longipes* встречалась единично всего в нескольких пробах. Самцы и самки этого вида обнаружены в 5 % всех проб, главным образом на станциях с глубинами до 77,5 м (южный район) и до 590 м (Авачинский залив). В Авачинском заливе плотность *Th. longipes* составила 0,01 экз./м<sup>3</sup>, а биомасса – 0,4 мг/м<sup>3</sup>. В южной части района эти показатели были выше – 0,07 экз./м<sup>3</sup> и 2 мг/м<sup>3</sup>, соответственно.

*E. pacifica* встречалась редко только у западного побережья: в 2001 г *E. pacifica* была поймана всего на трех станциях, в 2002 г – на двух станциях над глубинами более 300 м в ночное время.

**ПИТАНИЕ МОЛОДИ МИНТАЯ *THERAGRA CHALCOGRAMMA*  
И ТРЕСКИ *GADUS MACROCEPHALUS* В АВАЧИНСКОМ ЗАЛИВЕ  
В НОЯБРЕ 2010 ГОДА**

*С.П. Минлиятова (КамчатНИРО)*

*Молодь рыб была поймана в Авачинском заливе в ноябре 2010 г при выполнении траловой съемки на двух станциях на глубинах 67 и 37 м. Изучение питания молоди рыб проводили в соответствии с обычной методикой. Всего в проанализированных желудках молоди рыб было обнаружено 7 групп организмов: Gammaridae, Copepoda, Euphausiidae, Mysidacea, Cumacea, Crangonidae, Polychaeta. Наблюдаемое преобладание групп организмов в желудках молоди минтая и тихоокеанской трески, по-видимому, связано с доступностью и распределением кормовых объектов, и глубиной обитания рыб.*

Молодь минтая (*Theragra chalcogramma*) и трески (*Gadus macrocephalus*) была поймана в Авачинском заливе в ноябре 2010 г на двух станциях на глубинах 67 и 37 м. в ходе выполнения траловой съемки. В качестве орудия лова использовали датский снюрревод. После поимки рыбы фиксировались формалином для последующей камеральной обработки. В лабораторных условиях определяли видовую принадлежность рыб, производили измерения длины и массы тела, степень наполнения желудка. После вскрытия желудка его содержимое как взвешивали целиком, так и по отдельным группам организмов. Видовая принадлежность организмов, потребленных рыбами, определялась по определителям (Гаевская, 1948; Бродский, 1950; Макаров, 1966; Виноградов и др., 1982). Изучение питания молоди рыб проводили в соответствии с обычной методикой (Методическое пособие..., 1974). Пищевое сходство оценивали как сумму наименьших процентов общих видов в пище. Для определения индексов наполнения желудков использовали формулу:

$$\text{ИНЖ} = q/P * 10000, \quad (1)$$

где q – масса пищи, г; P – масса рыбы, г.

Всего в желудках проанализированной молоди рыб было обнаружено 7 групп организмов: Gammaridae, Copepoda, Euphausiidae, Mysidacea, Cumacea, Crangonidae, Polychaeta.

Количество обработанных желудков молоди минтая составило 57 экз. Минимальная и максимальная длина исследованных рыб – 6,2 и 13,8 см соответственно, а минимальная и максимальная масса – 1,9 и 21,1 г. У минтая первостепенное значение в питании принадлежало Euphausiidae (44,7%), Gammaridae (21,8%) и Copepoda (20,8%), также встречались Mysidacea (11,1%), Cumacea (1,5%) и Crangonidae (0,1%).

Количество проанализированных желудков молоди трески составило 49 экз. Минимальная и максимальная длина рыб – 6,9 и 13,2 см соответственно, а минимальная и максимальная масса – 3,0 и 28,1 г. В питании молоди трески важное значение имели Gammaridae (54,2%), Euphausiidae (20,8%), Mysidacea (18,7%), также были встречены Crangonidae (3,2%), Cumacea (2,9%), Copepoda (0,1%), Polychaeta (р. Plectinariida) (0,1%). Данные состава пищевых организмов молоди морских видов рыб представлены на рисунке 1.

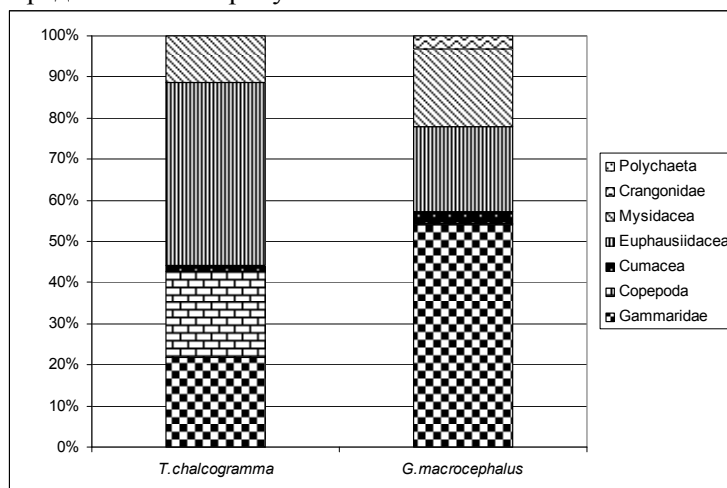


Рис. 1. Состав пищи (% от массы) молоди *Theragra chalcogramma* и *Gadus macrocephalus*

Накормленность этих двух видов была приблизительно равной и составляла для минтая  $273^{0/000}$ , а для трески  $248^{0/000}$ . Пищевое сходство этих двух видов рыб составило 55,4%.

Наблюдаемое преобладание групп организмов в желудках молоди минтая и тихоокеанской трески, по-видимому, связано с доступностью и распределением кормовых объектов, и глубиной обитания рыб.

### Литература

1. Бродский К.А. Веслоногие рачки Calanoida Дальневосточных морей СССР и полярного бассейна. – М.: Изд-во АН СССР, 1950. – 443 с.
2. Виноградов М.Е., Волков А.Ф., Семенова Т.Н. Амфиподы – гиперииды Мирового океана. – Л.: Наука, 1982. – 493 с.
3. Гаевская Н.С. Определитель фауны и флоры северных морей СССР. – М.: Советская наука, 1948. – 740 с.
4. Макаров Р.Р. Личинки креветок, раков-отшельников и крабов западно-камчатского шельфа и их распределение. – М.: Наука, 1966. – 164 с.
5. Методическое пособие по изучению питания и пищевых отношений рыб в естественных условиях. – М.: Наука, 1974. – 254 с.

УДК 639.2

## К ВОПРОСУ О ВОЗОБНОВЛЕНИИ ПРОМЫШЛЕННОГО ЛОВА РАВНОШИПОГО КРАБА НА АКВАТОРИИ БАНКИ КАШЕВАРОВА СЕВЕРНОЙ ЧАСТИ ОХОТСКОГО МОРЯ

Е. А. Метелёв

(Магаданский научно-исследовательский институт  
рыбного хозяйства и океанографии, г. Магадан)

*В северной части Охотского моря сосредоточены основные запасы равношипого краба. Предлагается возобновить промышленный лов равношипого краба в районе банки Кашеварова, запрет на который действует с 2000 года.*

Равношипый краб, *Lithodes aequispinus* Benedict, относится к глубоководным видам крабов, преимущественно населяющим батиналь. Этот довольно крупный крабоид является одним из основных объектов крабового промысла в северной части Охотского моря. Основным районом отечественного промысла равношипого краба является северная часть Охотского моря. В последние годы ежегодный вылов этого ценного объекта составляет около 2-2,5 тыс. т.

История промысла равношипого краба в Охотском море условно делится на два этапа. Каждый такой этап завершался подрывом запасов и введением запрета на промысел этого краба. Освоение равношипого краба было начато японскими рыбаками в рамках международного соглашения в 1968 г. К 1982 г. состояние популяции равношипого краба по целому ряду характеристик ухудшилось [2]. Следствием этого стало введение запрета на его промысел. В начале 1990-х годов добыча равношипого краба в северной части Охотского моря возобновилась. Однако, в результате чрезмерной промысловой нагрузки и отсутствия необходимых мер контроля на промысле, ситуация с ухудшением состояния его запасов уже к концу 1990-х годов повторилась в очередной раз. Результатом этого стало предложение о введении запрета на промышленный лов равношипого краба на акватории банки Кашеварова в районе, ограниченном координатами  $55^{\circ}00' - 56^{\circ}00'$  с.ш. и  $144^{\circ}30' - 148^{\circ}00'$  в.д. [1], который вступил в силу с 2000 г.

Банка Кашеварова является одной из важнейших в промысловом отношении морских акваторий, и представляет собой изолированную подводную возвышенность со сложным рельефом дна. Данный район уникален в своем роде в силу особенностей гидрологического режима, который способствует формированию здесь высокопродуктивной зоны. Именно поэтому банка Кашеварова является одним из основных районов размножения и нагула равношипого краба, обитающего в северной части Охотского моря. После введения запрета на промышленный лов равношипого краба, состояние его запасов стабилизировалось, а спустя несколько лет, по некоторым параметрам стало отмечаться улучшение состояния. Повысились размерно-весовые ха-

рактические и показатели плотности распределения промысловых самцов. Объемы промышленного лова за пределами запретного района выросли до уровня середины 1990-х годов [3]. Введение запрета на промышленный лов равношипого краба на акватории, имеющей огромное значение для воспроизводства и нагула его молоди, позволило избежать наступления длительной депрессии запасов.

После закрытия промышленного лова на акватории банки Кашеварова основная часть выделяемых квот осваивалась на участках, расположенных к северу от района банки Кашеварова, а также в центральной части моря (рис. 1). Кроме того, в последние годы активизировался промысел на участке акватории, расположенной в восточной части подзоны в пределах координат 54°30'–56°00' с.ш. и 150°30'–152°00' в.д. Именно этот район в весенний период раньше других акваторий освобождается от ледовых полей и пригоден для ведения промысла. Также в 2010 г. промысловые скопления краба были обнаружены на северо-восточном участке, плотность которых в данном районе позволяла добывать одному судну порядка 3-4 т краба в сутки.

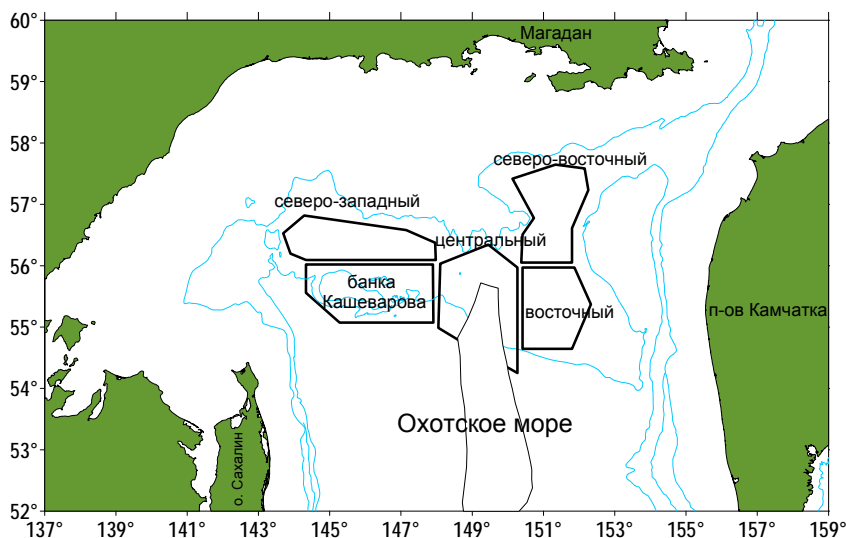


Рис. 1. Основные участки промысла равношипого краба в северной половине Охотского моря

Анализ размерного состава краба на различных участках его обитания показал, что за последние два-три года негативных изменений в размерном составе самцов не обнаружено (рис. 2). В 2010 г. на основных промысловых участках наблюдалось увеличение средних размеров равношипого краба. Согласно многолетним материалам изменение размерного состава самцов равношипого краба было незначительным, что свидетельствует о стабильности промыслового запаса (рис. 3).

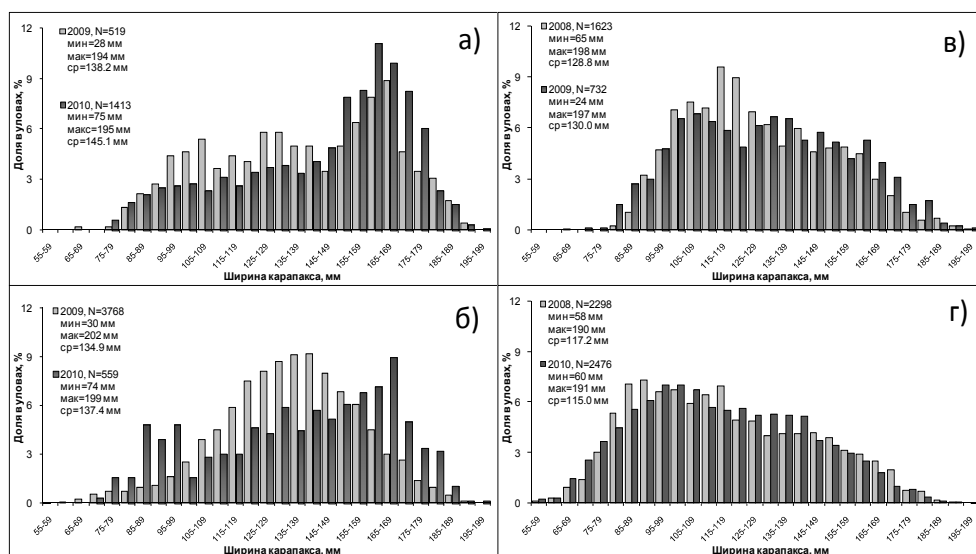


Рис. 2. Размерный состав самцов равношипого краба в Северо-Охотоморской подзоне в 2008-2010 гг. на участках: а) – центральный, б) – восточный, в) – северо-западный, г) – банка Кашеварова

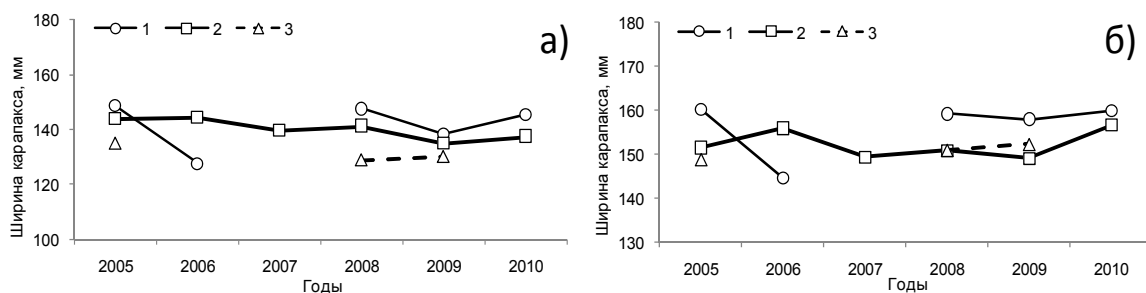


Рис. 3. Изменение среднего размера самцов (а) и промысловых самцов равношипого краба (б) в Северо-Охотморской подзоне в 2005-2010 гг. на участках: 1 – центральный, 2 – восточный, 3 – северо-западный

Проведенные в 2010 г. исследования в районе банки Кашеварова показали, что средняя плотность промысловых самцов в данном районе увеличилась. Расчеты запасов показали, что на обследованной акватории площадью около 20 тыс. км<sup>2</sup> биомасса самцов составила порядка 27 тыс. т. Таким образом, при существующей в настоящее время практике изъятия доли промыслового запаса, на акватории банки Кашеварова можно добывать около 1,4 тыс. т равношипого краба. Введенный в 2000 г. запрет на промышленный лов равношипого краба в районе банки Кашеварова дал положительный результат, и запасы этого вида на данной акватории восстановились. В то же время, за период действия запрета были разведаны участки поселений краба за пределами запретного района, на которых равношипый краб образует плотные скопления, рентабельные для промысла.

В настоящее время всего около половины судов, осуществляющих лов равношипого краба, оборудованы выборочными комплексами, позволяющими вести промысел на глубинах более 400 м. Следует отметить, что около 30% судов оснащены прямоугольными ловушками американского типа, которыми удобно работать в районах с сильными течениями и на склонах со сложными грунтами, каким и является район банки Кашеварова. Так, на западном и южном склонах банки Кашеварова имеется система сильных и разнонаправленных течений, наличие которых не позволяет в полной мере осуществлять промысел на этих участках. Таким образом, есть основания полагать, что при открытии района банки Кашеварова для промышленного лова значительная часть судов будет продолжать работать в традиционных разведанных участках поселений равношипого краба в пределах североохотморского района на глубинах до 400 м. Кроме того, значительная часть выделяемых объемов равношипого краба будет осваиваться в режиме двувидового промысла при добыче краба-стригуна опилио в пределах материкового склона северной части Охотского моря. Также часть поселений краба на западном и южном склонах банки будет труднодоступна для промысла. Поэтому открытие района банки Кашеварова приведет к более равномерному распределению промысловой нагрузки на популяцию, а также позволит увеличить рентабельность специализированного промысла равношипого краба в пределах североохотморского района. Однако, все-таки существует вероятность того, что при открытии данного района большая часть краба, рекомендованная для всей Северо-Охотморской подзоны, будет добываться на банке Кашеварова, как это было уже ранее. Тем не менее, мы считаем возможным возобновить промышленный лов равношипого краба в районе банки Кашеварова. При этом в случае интенсивного пресса промысла на группировку равношипого краба или появления негативных тенденций в биологическом состоянии популяции, мы не исключаем возможности введения ограничений на промысел на участках, наиболее важных для воспроизводства этого вида краба.

## Литература

1. Афанасьев Н.Н., Михайлов В.И., Карасев А.Н., Горничных А.В., Бандурин К.В., Фомин А.В. Состояние запасов равношипого краба с северной части Охотского моря и проблемы их рационального использования // Расширенные тез. докл. регион. науч. конф. «Северо-Восток России: прошлое, настоящее, будущее» 31 марта – 2 апреля 1998 г. Магадан. – С. 127–129.
  2. Михайлов А.И., Овсянников В.П. Запасы равношипого краба Охотского моря // Рыбное хозяйство. №11, 1984.– С. 24–25.
  3. Михайлов В.И., Метелев Е.А. Равношипый краб *Lithodes aequispinus* северной части Охотского моря и влияние паразитарной кастрации на состояние его популяции // Вопросы рыболовства. Т. 10. №2(38), 2009. – С. 304–314.
- УДК 57

## СРОКИ РАЗМНОЖЕНИЯ АНАДАРЫ БРОУТОНА В ЗАЛИВЕ ПЕТРА ВЕЛИКОГО (ЯПОНСКОЕ МОРЕ)

*М.В. Калинина, Г.И. Викторовская  
(Тихоокеанский научно-исследовательский  
рыбохозяйственный центр, г. Владивосток)*

*В статье приводятся данные о сроках размножения промыслового двустворчатого моллюска анадара Броутона в заливе Петра Великого и обсуждается влияние условий обитания на репродуктивные процессы на севере ареала.*

Анадара Броутона (*Anadara broughtonii*, Schrenck, 1867) – тихоокеанский приазиатский субтропический по происхождению вид – является наиболее востребованным из двустворчатых моллюсков объектом промысла в Приморье. Северная граница ее распространения проходит по заливу Петра Великого, где наиболее крупные поселения этот моллюск образует в кутовых частях Амурского и Уссурийского заливов (Скарлато, 1981; Олифиренко, 2007а). На севере ареала анадара обитает в условиях дефицита тепла и значительного сезонного диапазона температур, что является причиной приобретения определенных зоогеографических адаптаций, к числу которых относятся сжатые сроки нереста, продолжительные периоды относительной репродуктивной инертности и анабиотического покоя, выраженный сезонный цикл поведения (Дзюба, Масленникова, 1982; Олифиренко, 2007б). Для сохранения биологического потенциала этого вида, помимо рациональной эксплуатации его скоплений, необходимо знать особенности биологии размножения и, в частности, сроки начала нереста и его продолжительности в разных частях ареала.

Цель настоящей работы – определение сроков размножения *A. broughtonii* в Амурском и Уссурийском заливах.

### **Методы**

Материалом для работы послужили пробы анадары, собранные в ходе водолазных и джамных съемок ТИПРО-центра в Амурском и Уссурийском заливах в весенне-осенний период с 2001 по 2005 гг. Линейные параметры раковины определяли с помощью штангенциркуля с точностью до 0,1 мм., характеристики массы – на электронных весах с точностью до 0,1 г. Индекс мягких тканей (ИМТ) вычисляли как отношение массы мягких тканей к общей массе животного, выраженное в процентах. Индекс мягких тканей без раковины (ИМТ/РАК) – как отношение массы мягких тканей к общей массе животного без веса раковины, выраженное в процентах. Пол и стадию зрелости гонады у взрослых особей определяли визуально по цвету половых желез, на прижизненных мазках и на постоянных гистологических препаратах под микроскопом по классификации, предложенной С.М. Дзюба и Л.А. Масленниковой (1982). В нерестовый период отмечали животных с «текучими» гонадами, т. е. находящихся в состоянии нереста. Сроки массового нереста определяли по доле нерестящихся животных (свыше 30 %). Для гистофизиологических исследований кусочки яичников 5X5 мм фиксировали в 96 %-м этиловом спирте с последующим помещением их в 70 %-ный. Обработку зафиксированного материала проводили по стандартной методике (Ромейс, 1955). Парафиновые срезы окрашивали гематоксилином Эрлиха и эозином. Температуру воды в местах обитания животных измеряли с помощью глубоководного термометра с точностью до 0,2°C. Всего анализу подвергнуто 1385 экз. анадары из Амурского залива и 1284 экз. из Уссурийского. Статистическая обработка данных проводилась с использованием программ MS Excel и Statistica 6.0.

### **Результаты и обсуждение**

Ранее нами было установлено, что полностью половозрелыми особи анадары в Амурском и Уссурийском заливах становятся при достижении размеров по длине раковины 65 и 60 мм, соответственно (Калинина, 2008). Основную же репродуктивную часть популяции составляют моллюски с длиной раковины более 70 мм в Амурском заливе и более 75 мм в Уссурийском. В настоящей работе определение сроков нереста проводилось у особей, относящихся к основной репродуктивной группе.

У анадары Броутона половые железы не имеют собственной стенки и погружены в кожно-мышечный мешок, образованный разрастанием ткани ноги (Дзюба, Масленникова, 1982). Половые трубочки окружены сильно обводненной рыхлой соединительной тканью, густо пронизанной сетью кровеносных сосудов и пучками мышечных волокон. Нерест у анадары растянут

во времени и носит порционный характер. В нерестовый период, по мере вымета зрелых гамет, в гонаде наблюдается дифференцировка и созревание новых генераций половых клеток (под генерацией понимается группа синхронно растущих ооцитов), поэтому за сезон размножения гонада несколько раз может заполняться зрелыми ооцитами. Асинхронное образование гамет и, как следствие, наличие в гонадах клеток на разных стадиях дифференцировки, обуславливают растянутость нереста. В преднерестовый период половые трубочки максимально растянуты и наиболее густо пронизывают слой соединительной ткани. В преднерестовый и нерестовый периоды гонады хорошо дифференцируются по цвету: у самок они ярко-оранжевые, а у самцов – молочно-белые. В южном Приморье период репродуктивной активности у анадары протекает с мая по сентябрь, а в течение остальных месяцев ее половые железы находятся на стадии так называемой половой инертности.

По нашим данным в Амурском и Уссурийском заливах анадара нерестится с июля по сентябрь включительно. При этом в отдельные годы начало нерестовых событий может варьироваться в пределах одной декады. Температурный диапазон нереста находится в пределах от 16 до 24°C. Массовый нерест наблюдается со второй декады июля по вторую декаду августа при температурах не ниже 18°C. Продолжительность нерестового периода напрямую зависит от глубины обитания животных.

Наибольшие плотности поселения анадары, состоящие преимущественно из взрослых особей, приурочены к глубинам от 3 до 7 метров с максимумом обилия на глубине 3-5 м (Олифиренко, 2007б). Период размножения анадары в обоих заливах обычно начинается в первой декаде июля, когда вода в местах обитания моллюсков прогревается до определенных значений. В отдельные годы сроки размножения могут смещаться. Так, в относительно холодном 2004 г. начало нерестовых событий было сдвинуто на вторую декаду июля. Напротив, в теплые годы нерестящиеся особи на малых глубинах могут встречаться уже в третьей декаде июня. При этом существенного смещения сроков массового нереста обычно не наблюдается. Что касается сроков окончания нерестовых событий, то здесь наблюдается большее разнообразие. Так, в Уссурийском заливе в 2001 г. на глубинах около 5 м последние нерестящиеся особи отмечались в третьей декаде августа, в то время как в 2002, 2004 и 2005 гг. на малых глубинах (3-5 м) нерест продолжался до первой декады сентября, а на больших глубинах (около 10 м) до второй декады сентября. В 2005 году на глубинах более 10 м единичные нерестящиеся особи встречались в начале октября.

В заливе Посыета (южное Приморье) анадара, обитающая на глубинах от 5 до 10 м, тоже нерестится до конца сентября включительно (Дзюба, Масленникова, 1982). В Амурском заливе период размножения обычно заканчивается несколько раньше: в третьей декаде августа-первой декаде сентября. Межгодовые различия в сроках нереста анадары можно объяснить разницей в степени зрелости гонад моллюсков, которая в первую очередь зависит от термических условий обитания в период гаметогенеза.

Традиционным показателем, применяемым для изучения состояния половых желез у морских беспозвоночных, является гонадный индекс. Поскольку у анадары отделить гонаду от остальных мягких тканей не представляется возможным из-за ее анатомического строения, нами в качестве косвенного метода оценки состояния гонады использовались показатели индекса мягких тканей (ИМТ) и индекса мягких тканей без веса раковины (ИМТ/РАК), как более объективного. Наши предыдущие исследования показали, что ИМТ можно использовать как количественный показатель, в определенной степени отражающий количественные и качественные изменения в гонаде анадары в период репродуктивной активности (Калинина, Викторовская, 2002).

Динамика средних значений ИМТ и ИМТ/РАК в течение нерестового периода показана на примере Амурского залива для моллюсков, обитающих на глубинах от 3 до 6 м (рисунок).

Репродуктивная активность является одним из ведущих факторов, влияющих на изменения метаболизма у двустворчатых моллюсков, скорость которого увеличивается с началом гаметогенеза, а в период размножения происходит перераспределение энергии потребленной пищи с соматического на генеративный рост (Алимов, 1981). Анадара является г-стратегом, тратящим много энергии на процессы, связанные с размножением (Касьянов, 1989).

В нашем случае резкое снижение индексов мягких тканей наблюдалось в начале нерестового периода (вторая декада июля) в результате вымета первой порции половых продуктов, который у *A. broughtoni* происходит относительно синхронно в пределах определенного местообитания. В дальнейшем в течение всего периода размножения значения этих показателей находились на невысоком уровне. Достоверное увеличение индексов ИМТ и ИМТ/РАК было отмечено во



второй декаде августа, после чего в третьей декаде августа они опять достоверно уменьшились. Подобная динамика индексов мягких тканей хорошо согласуется с порционным характером нереста анадары.

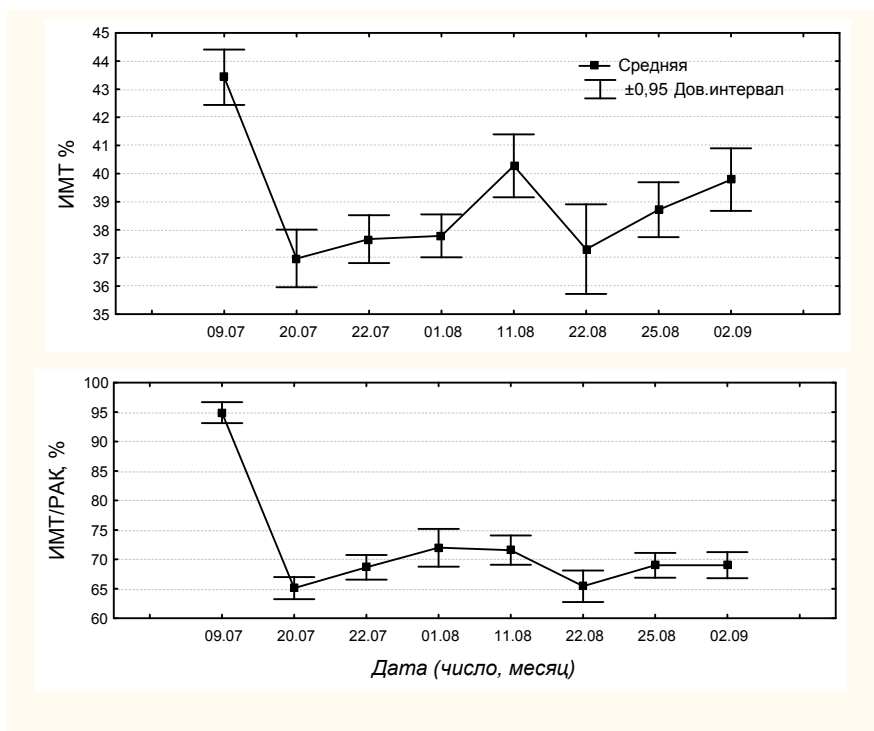


Рис.1 Значение индексов мягких тканей у анадары в Амурском заливе (июль-сентябрь 2004 г.).

Ареал распространения *A. broughtonii* простирается от южных островов Японии и Желтого моря на юге до Хоккайдо и залива Петра Великого на севере, также она встречается в прибрежной зоне Китая, Южной и Северной Кореи [12]. В центральной части ареала (залив Касадо, Япония) анадара нерестится с мая по октябрь (массовый нерест – с июня по сентябрь), где температуры начала нереста составляют 20-21°C [14, 15]. В заливе Петра Великого – у северной границы распространения – сроки ее размножения более сжаты (июль-сентябрь), а температуры начала нереста равны 16-17°C. Для беспозвоночных, живущих в сублиторали умеренных вод в условиях значительных межсезонных колебаний условий среды, основным фактором, регулирующим процессы гаметогенеза и нереста, является температура [7, 8]. У теплолюбивых двустворчатых моллюсков с планктотрофной стратегией нерест приурочен к самым теплым месяцам года, благоприятным для прохождения эмбриогенеза и личиночного развития, а гаметогенетические процессы смещены на более холодный период [6]. Именно этим объясняются сжатые сроки нереста и продолжительный период половой инертности у анадары Броутона в Амурском и Уссурийском заливах. Некоторые различия в сроках окончания периода размножения объясняются особенностями температурного режима местах обитания анадары: в весенние месяцы мелководье Амурского залива прогревается быстрее, а осенью, напротив, выхолаживание вод здесь происходит раньше, чем в Уссурийском заливе. [2, 13].

В целом можно отметить, что *A. broughtonii* является хорошо адаптированным к условиям умеренных широт видом: ее поселения в Амурском и Уссурийском заливе находятся в сбалансированном состоянии [11], а половая структура характеризуется примерно равным соотношением полов [5].

### Выводы

1. Период размножения у *A. broughtonii* в Амурском и Уссурийском заливах наблюдается с июля по сентябрь включительно. Температурный диапазон нереста находится в пределах от 16 до 24°C. Массовый нерест наблюдается со второй декады июля по вторую декаду августа при температурах не ниже 18°C. Продолжительность нерестового периода напрямую зависит от глубины обитания моллюсков.

2. Показатели индексов, отражающих относительный вес мягких тканей у *A. broughtonii*, можно использовать в качестве косвенного метода оценки состояния гонад в период репродуктивной активности моллюсков.

3. Сжатые сроки нереста является ответной реакцией маргинальной популяции на существование в далеких от оптимальных условиях у северной границы ее распространения, то есть еще одним показателем зоогеографической адаптации *A. broughtonii*.

### Литература

1. Алимов А.Ф. Функциональная экология пресноводных двустворчатых моллюсков. – Л.: Наука, 1981. – 248 с.
2. Гайко А.А. Особенности гидрометеорологического режима прибрежной зоны залива Петра Великого (Японское море) / Владивосток: Дальнаука, 2005. – 151 с.
3. Дзюба С.М., Масленникова Л.А. Репродуктивный цикл двустворчатого моллюска *Anadara broughtoni* в южной части залива Петра Великого // Биол. моря. 1982. № 3. С. 34-40.
4. Калинина М.В. Сроки наступления половозрелости и половая структура скоплений анадары Броутона в заливе Петра Великого (Японское море) // Изв. ТИНРО. Т. 155. 2008, – С. 144-151.
5. Калинина М.В., Викторовская Г.И. Особенности репродуктивной биологии анадары Броутона в Уссурийском заливе (залив Петра Великого, Японское море) // Тез. Докл. I Межд. Конф. «Морские прибрежные экосистемы: водоросли, б/п и продукты их переработки». Москва-Голицино, 26-30 августа 2002г. – М.: ВНИРО. 2002, – С. 23.
6. Касьянов В.Л. Репродуктивная стратегия морских двустворчатых моллюсков и иглокожих. – Л.: Наука, 1989. – 179 с.
7. Кауфман З. С. Особенности половых циклов беломорских беспозвоночных. – Л.: Наука, 1977. – 265 с.
8. Милейковский С.А. Зависимость размножения и нереста морских шельфовых донных беспозвоночных от температуры воды // Сб. тр. Ин-та океанол. АН СССР. Т. 88, 1970.– С. 113-148.
9. Ромейс П.Н. Микроскопическая техника. – М.: Иностран. лит-ра., 1955. – 718 с.
10. Олифиренко А.Б. Особенности биологии двустворчатого моллюска *Anadara broughtoni* в заливе Петра Великого (Японское море) // Автореферат дисс. на соискание ученой степени кандидата биол. наук. Владивосток., 2007а – 23 с.
11. Олифиренко А.Б. Условия формирования поселений двустворчатого моллюска *Anadara broughtoni* (Schrenck) в зал. Петра Великого (Японское море) // Известия ТИНРО 2007б Т. 149. – С. 122-137.
12. Скарлато О.А. Двустворчатые моллюски умеренных широт северо-западной части Тихого океана. – Л.: Наука, 1981. – 408 с.
13. Супранович Т.И. Гидрология залива Петра Великого / 1999. – 160 с. (Рукопись, архив ТОИ ДВО РАН).
14. Noda H. The Cenozoic *Arcidae* of Japan // Sci. Rep. Tohoku Univ., 2-nd ser. (Geol.). 1966. Vol. 38. № 1. P. 1-161.
15. Numaguchi K. Gonad development of the ark shell *Scapharca broughtonii* (Schrenck) broodstock in farming grounds of Japan // Nippon Suisan Gakkaishi. 1996. № 62 (3) P. 384-392.

**ЧИСЛЕННОСТЬ И РАСПРЕДЕЛЕНИЕ *NEOCALANUS CRISTATUS*  
(COPEPODA, CALANOIDA) В ПРИКАМЧАТСКИХ ВОДАХ  
ВЕСНОЙ 2001, 2002, 2009 ГОДАХ.**

*К. А. Пономарева (КамчатГТУ)*

*В работе рассматривается распределение крупного веслоногого рачка *N. cristatus* вдоль западного и восточного побережья Камчатки. Плотность в восточной части Охотского моря в среднем составляла 3,44 экз/м<sup>3</sup> в надшельфовой зоне и 4,5 экз/м<sup>3</sup> в глубоководной части района. В северо-восточной части Тихого океана наибольшие скопления наблюдались над глубинами 500 м у Восточной Камчатки, у Западной Камчатки – над глубинами 125, 200 и 220 м. Весной 2009 г. средняя численность в надшельфовой зоне составила 1,22 экз/м<sup>3</sup>, средняя биомасса – 0,73 мг/м<sup>3</sup>; в океанической зоне эти показатели составляли 1,92 экз/м<sup>3</sup> и 0,14 мг/м<sup>3</sup>, соответственно.*

*Neocalanus cristatus* Крейер 1848 – широко распространенный в дальневосточных морях вид, регулярно попадающий в планктонные пробы. Эти рачки имеют большое значение как пищевые объекты рыб и образуют значительные скопления. Из массовых видов копепод *N. cristatus* является самым крупным, поэтому данный вид часто присутствует в числе первых десяти видов по биомассе. *N. cristatus* – один из важных кормовых организмов. Им питаются многие рыбы. Зимнее размножение для планктона Охотского моря не характерно. *N. cristatus* в этом смысле представляет исключение, его размножение начинается в феврале-марте. Эти рачки совершают относительно слабые суточные миграции при большом размахе сезонных миграций. Их ранние стадии поднимаются в эпипелагиаль только весной (в апреле-мае). По этой причине в наших пробах данный вид представлен, практически только 5-6 копеподитными стадиями, т.е. старшим возрастом.

Материалом послужили планктонные сборы, выполненные по программе КамчатНИРО в восточной части Охотского моря в апреле 2001 г. между 51° и 58° с.ш. над глубинами от 60 до 200 м. и в тихоокеанских водах у восточного побережья Камчатки в апреле 2002 и 2009 гг. между 49° и 54° с.ш. в диапазоне глубин от 0 до 900 м. Планктон ловили ихтиопланктонной конической сетью (ИКС-80) с диаметром входного отверстия 80 см и размером ячеи 0,56 мм. Выполняли тотальный вертикальный лов. Рачков рассматривали фиксированными в 4%-ном формалине. При пересчете численности на 1 м<sup>3</sup> была введена поправка на уловистость, принятая в ТИНРО: для копепод крупнее 5 мм – 3,0. Район исследований был разделен на 2 зоны – надшельфовую (глубины от 30 до 200 м) и океаническую (свыше 200 м).

Целью работы является изучение биомассы и распределения *N. cristatus* весной 2001, 2002 и 2009 гг. в восточной части Охотского моря и северо-западной части Тихого океана.

Весной 2001 г в восточной части Охотского моря данный вид встречался в 90% всех проб, взятых над шельфом, и в 100 % проб в океанической зоне. Плотность в среднем составляла 3,44 экз/м<sup>3</sup> в надшельфовой зоне и 4,5 экз/м<sup>3</sup> в глубоководной части района. Средняя биомасса над шельфом составляла 90,3 мг/м<sup>3</sup>, в южной части – 116,8 мг/м<sup>3</sup>. Средняя численность *N. cristatus* в надшельфовой зоне составила 0,3 экз/м<sup>3</sup>, средняя биомасса – 9,27 мг/м<sup>3</sup>; в океанической зоне эти показатели составляли 5,16 экз/м<sup>3</sup> и 32,28 мг/м<sup>3</sup>, соответственно.

В северо-восточной части Тихого океана над глубинами 500 м и более (в том числе более 1000 м) вид был встречен в 46 пробах из 47, над глубинами 300 м и более – в 100%, над глубинами более 100 м – в 94,4 % проб. Наибольшие скопления наблюдались над глубинами 500 м у Восточной Камчатки, у Западной Камчатки – над глубинами 125, 200 и 220 м. Максимальное количество рачков в одной пробе – 310 экземпляров.

В 2002 г. в этой зоне количество особей, пойманных на одной станции, не превышало 287 экземпляров. Численность рачков зависело от времени суток: в утренние и обеденные часы было поймано наибольшее количество. В Охотском море *N. cristatus* были пойманы над глубинами более 300 м. Только в одной пробе, взятой в ночное время, была обнаружены представители данного вида. Над глубинами от 200 до 500 м вид встречен в 91,6 % проб, над глубинами более 500 м – в 100% проб. Максимальная плотность в 2001 составила 1,27 экз./м<sup>3</sup>.

Весной 2009 г. средняя численность в надшельфовой зоне составила 1,22 экз/м<sup>3</sup>, средняя биомасса – 0,73 мг/м<sup>3</sup>; в океанической зоне эти показатели составляли 1,92 экз/м<sup>3</sup> и 0,14 мг/м<sup>3</sup>, соответственно.

Вид встречался в 91,8% всех проб, взятых над шельфом, и в 100% проб в океанической зоне.  
УДК 639.2

## СОСТОЯНИЕ ЗАПАСОВ ЧАВЫЧИ *ONCORHYNCHUS TSCHAWYTSCHA* (WALBAUM) В РЕКЕ БОЛЬШАЯ В СОВРЕМЕННЫЙ ПЕРИОД

*Т. А. Попова*  
(ФГУП Камчатский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства  
и океанографии, КамчатГТУ)

*Снижение в последнее десятилетие вылова, пропуска и, следовательно, подходов чавычи в р. Большая являются следствием чрезмерного промысла чавычи в бассейне реки, а также промышленного и бытового браконьерства.*

На азиатском побережье Тихого океана основным районом воспроизводства чавычи является Камчатский полуостров. К восточному побережью подходит около 64–85%, а к западному – около 15–36% от всего запаса. Наиболее изучена чавыча восточного побережья и в частности р. Камчатка [1–6 и др.].

На западном побережье Камчатки самое крупное стадо чавычи воспроизводится в бассейне р. Большая. Поэтому основная доля промыслового изъятия чавычи приходится на эту реку, где имеются наиболее полные данные официальной промысловой статистики, пропуска производителей на нерестилища, и их биологических показателей [7–15].

Статистика прибрежного вылова чавычи в бассейне р. Большая известна с 1933 г., статистика подходов и заполнения нерестилищ производителями чавычи – с 1969 г.

За весь период наблюдений (1933–2010 гг.) средний многолетний ежегодный вылов чавычи составил 100 т. До 1947 г. уловы не превышали средний многолетний показатель (рис. 1).

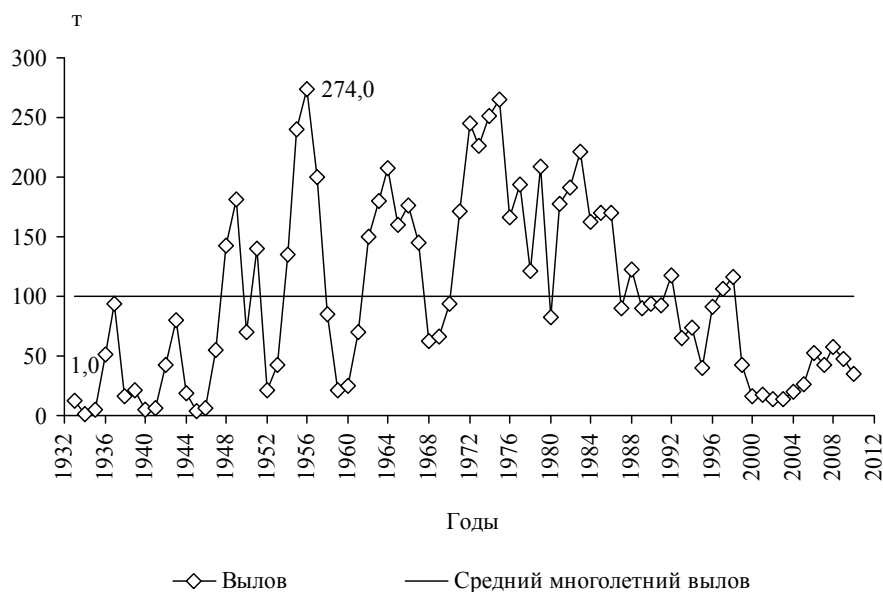


Рис. 1. – Вылов чавычи (т) береговым промыслом в р. Большая в 1933–2010 гг.

В этот период (1934 г.) отмечен и минимальный улов за весь период наблюдений – 1 т. В течение последующих 39 лет (1948–1986 гг.) промысловое изъятие чавычи береговыми предприятиями часто превышало средний многолетний вылов. Так, максимальные уловы отмечены в 1956 и 1975 гг. (274 и 265 т). С 1987 по 2010 гг. уловы чавычи береговым промыслом по данным официальной статистики неуклонно снижались и вышли на уровень значительно ниже среднего многолетнего показателя. Незначительное превышение уровня среднего многолетнего показателя отмечено только в 1988, 1992, 1997 и 1998 гг. – 123, 118, 106 и 116 т., соответственно.

Пропуск производителей чавычи на нерестилища р. Большая в период с 1969 по 2010 гг. представлен на рисунке 2. В 1969–1985 гг. на нерестилища проходило в среднем около 25 тыс. экз. производителей, что превышало средний многолетний показатель (около 21 тыс. экз.).



Рис. 2. Пропуск производителей чавычи на нерестилища в р. Большая в 1969–2010 гг.

Максимальная величина захода чавычи на нерестилища отмечена в 1984 г. – 42 тыс. экз. С 1986 по 2000 гг. средний показатель заполнения нерестилищ был равен 22,5 тыс. экз. Хотя в отдельные годы (1992, 1995–1997 гг.) регистрировались очень низкие пропуски (10–16 тыс. экз.). С 2001 г. величина пропуска производителей на нерестилищах стала снижаться, а в 2006–2010 гг. она составила около 6 тыс. экз. Самые низкие заходы производителей чавычи на нерестилища р. Большая за весь период наблюдений отмечены в 2008–2009 гг. – около 4 тыс. особей (рис. 2).

Численность половозрелой чавычи в подходах к р. Большая является суммарной величиной улова и захода производителей на нерестилища реки. Колебания численности подходов чавычи к р. Большая за 40-летний период наблюдений (1969–2010 гг.) весьма значительны – от 66 (1975 г.) до 10 (2007 г.) тыс. экз. В 1969–1994 гг. численность чавычи в подходах в среднем была выше или близка к среднему многолетнему показателю – 32,5 тыс. экз. С середины 1980-х годов наблюдается тенденция к снижению численности подходов чавычи к устью реки (величина достоверности аппроксимации  $R^2 = 0,5379$ ) (рис. 3).

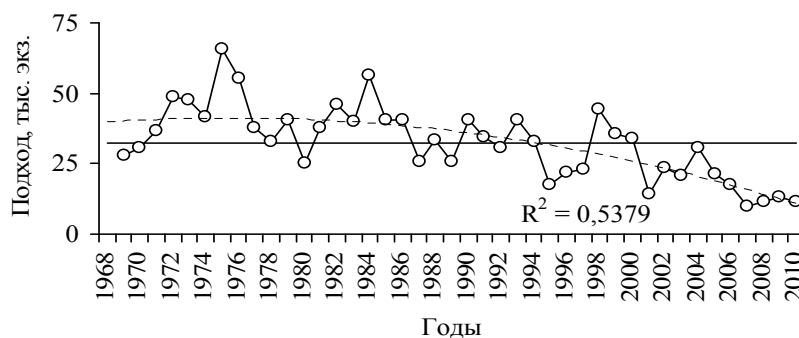


Рис. 3. Подходы производителей чавычи в р. Большая в 1969–2010 гг.

В последние 16 лет, начиная с 1995 г., общая численность большерецкой чавычи стала значительно меньше среднего многолетнего показателя и неуклонно сокращалась (исключение составили 1998–2000 гг.). Если в 1996–2000 гг. численность чавычи в подходах в среднем была равна 32 тыс. экз., то в 2001–2005 гг. этот показатель снизился до 22 тыс. экз. Запрет промысла в 2000–2005 гг. не остановил снижение запаса нерестовой чавычи (рис. 3). В 2006–2010 гг. подходы чавычи упали в среднем до 13 тыс. производителей. Представленные факты свидетельствуют о непрекращающемся браконьерском промысле чавычи в р. Большая со второй половины 90-х годов по настоящее время.

Для периода 1968–1981 гг. установлена зависимость величины интенсивности промысла чавычи от общей численности пропуска производителей на нерестилища в р. Большая (величина достоверности аппроксимации  $R^2 = 0,438$ ) (рис. 4).

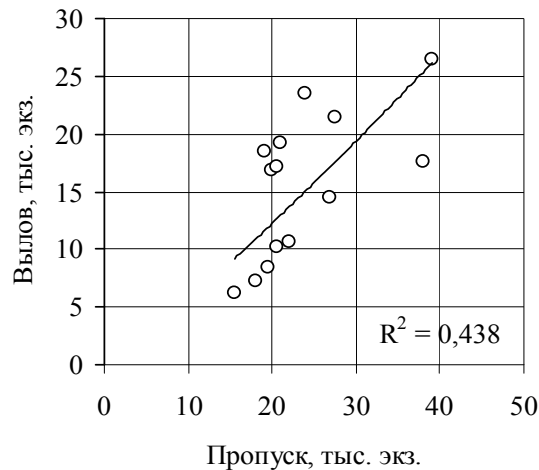


Рис. 4. Зависимость общей численности пропущенных на нерестилища производителей чавычи от величины берегового вылова в р. Большая в 1968–1981 гг.

Согласно выявленной закономерности следует, что при пропуске на нерестилища 21–24 тыс. производителей чавычи (средний многолетний показатель около 21 тыс. экз.) в 2000–2005 гг. ее уловы могли составлять около 13,5–15,0 тыс. особей или 105–140 т (при средней массе чавычи 7–8 кг) (рис. 4). Фактические данные изъятия в этот период составляли 13–27 т (для целей искусственного воспроизводства, спортивного рыболовства и научных целей). Промышленный промысел был закрыт. Таким образом, в 2006–2010 гг. численность подходов половозрелой чавычи к р. Большая и заход производителей на нерестилища должны были бы увеличиться, но, тем не менее, эти показатели снижались (рис. 2, 3). Следовательно, в 2000–2005 гг. вылов был, по крайней мере, в 5 раз выше и обеспечивался браконьерскими бригадами.

Таким образом, наметившееся с начала 1990-х годов снижение величины захода половозрелой чавычи на нерестилища р. Большая, более заметное – в 2000–2005 гг. и обвальное – в 2007–2010 гг. свидетельствует о том, что ее промысел в этот период был в разы выше, чем это отражено в материалах официальной статистики.

В современный период запасы чавычи в р. Большая подорваны и находятся на самом низком уровне в результате чрезмерного промысла чавычи в бассейне реки, а также браконьерства промышленного и бытового. Закрытие промышленного лова неминуемо повлечет к увеличению доли нелегального промысла; и пока не существует механизмов сокращения изъятия.

### Литература

1. Вронский Б.Б. 1970. Материалы по биологии и промысловому использованию чавычи (*Oncorhynchus tshawytscha* W.) Камчатки // Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО. – 182 с.
2. Вронский Б.Б. 1984. Изменение численности и возрастная структура популяции чавычи бассейна р. Камчатки // бассейне р. Камчатки. Материалы 4-го Всесоюз. совещ. Ч. 3. Свердловск: УНЦ АН СССР. – С. 12–13.
3. Вронский Б.Б. 1972. Материалы о размножении чавычи *Oncorhynchus tshawytscha* (Walbaum) р. Камчатки // Вопросы ихтиологии. Т. 12. Вып. 2. – С. 293–308.
4. Вронский Б.Б. 1973. Влияние некоторых гидрометеорологических условий на воспроизводство чавычи // Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО. – 32 с.
5. Виленская Н.И., Вронский Б.Б., Маркевич Н.Б. 2000. Характеристика нерестовых подходов и биологической структуры стада чавычи реки Камчатка. // Исслед. биологии и динамики числен. пром. рыб камчатского шельфа. Петропавловск-Камчатский: Вып. 5. – С. 56–67.
6. Смирнов А.И. 1975. Биология, размножение и развитие тихоокеанских лососей. – М.: Изд-во МГУ. – 333 с.
7. Крохин Е.М., Крогуз Ф.В. 1937. Очерк бассейна р. Большой и нерестилищ лососевых, расположенных в нем // Изв. ТИНРО. Т. 9. 80 с.
8. Травин С.А. 1999. Анализ архивных данных по биологии и промыслу чавычи западной Камчатки // Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО. – 27 с.

9. Виленская Н.И. Травин С.А. 2000. Биологическая характеристика производителей чавычи *Oncorhynchus tshawytscha* восточной и западной Камчатки // Петропавловск- Камчатский: КамчатНИРО. – 59 с.

10. Вронский Б.Б. и др. 2001. Выполнить анализ современного состояния популяции чавычи в бассейне р. Большой и разработать рекомендации по ее восстановлению и рациональной эксплуатации // Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО. – 187 с.

11. Виленская Н.И. 2004. Состояние запасов чавычи *Oncorhynchus tshawytscha* (Walbaum) в реках западной и восточной Камчатки // Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО. – С. 27.

12. Попова Т.А. 2007. Состояние запасов чавычи *Oncorhynchus tshawytscha* в реках западной Камчатки // Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО. – 29 с.

13. Попова Т.А. 2009. Состояние запасов чавычи *Oncorhynchus tshawytscha* в реках западной Камчатки // Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО. – 33 с.

14. Маслов А.В. Учет численности и оценка степени заполнения нерестилищ производителями лососей нерестовых водоемов Камчатки в 2008 г. // Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО. – 19 с.

15. Маслов А.В. Учет численности и оценка степени заполнения нерестилищ производителями лососей нерестовых водоемов Камчатки в 2009 г. // Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО. – 16 с.

УДК 639.2

## ПЕРСПЕКТИВЫ ПРОМЫСЛА МИНТАЯ В ПРИБРЕЖНЫХ ВОДАХ МАГАДАНСКОЙ ОБЛАСТИ

*О.В. Прикоки, А.В. Вакатов, А.А. Смирнов  
(Магаданский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства  
и океанографии, г. Магадан)*

*Описано современное состояние промысла минтая в прибрежных водах Магаданской области. Предлагаются способы увеличения вылова этого объекта и возможности избежать прилова молоди.*

Минтай, нагуливающийся в летне-осенний период в прибрежных водах Магаданской области, представляет собой часть единого запаса североохотоморской группировки минтая. По данным С.Ю. Шершенкова с соавторами [1], в годы высокой численности половозрелых особей и относительно невысокой урожайности двух-трехлеток, доля промыслового минтая в прибрежной зоне в летний период от общего запаса североохотоморской группировки может составлять порядка 2,5–3,5% (в среднем 3%). При увеличении численности молоди, когда в прибрежье растут урожайные поколения, доля минтая промысловых размеров в этом районе снижается и составляет 1,5–2,5% (в среднем 2%) от общего запаса. В годы низкой численности нерестовой части популяции и относительно высокой численности отдельных поколений пополнения, эта доля еще ниже и по уточненным данным последних лет составляет в среднем 1,2%

В последние годы, по обоснованиям ФГУП «МагаданНИРО», в прибрежной зоне Магаданской области, в пределах Северо-Охотоморской подзоны (СОМ), к вылову рекомендовалось от 2,45 до 6,95 тыс. т минтая, в зависимости от уровня запаса группировки. Однако эти объемы осваивались не в полной мере (табл. 1).

Таблица 1

**Возможные объемы вылова и освоение минтая в прибрежных водах Магаданской области  
в пределах Северо-Охотоморской подзоны в 2007-2010 гг.**

Год	Рекомендованный вылов, тыс. т	Вылов, тыс. т	Освоение (%)
2007	2,730	0,286	10,5
2008	2,454	0,345	14,1
2009	3,475	2,985	85,9
2010	6,950	5,654	81,4

До 2008 г. квоты минтая для прибрежного рыболовства осваивались только в рамках многовидового промысла, т.е. в качестве прилова, в объеме не более 50% от основного объекта (камбал, трески). Для увеличения доли освоения этого ценного объекта промысла, ФГУП «МагаданНИРО» в 2008 г. обосновал внесение поправки в «Правила рыболовства...». П. 13.1. статьи 13 «Правил рыболовства...» теперь сформулирован следующим образом «Запрещается специализированный промысел минтая в Северо-Охотоморской подзоне – с начала массового нереста, но не позднее, чем с 10 апреля, по 15 октября (за исключением судов, осуществляющих прибрежное рыболовство разноглубинными тралами и снюрреводами в период с 15 июня по 15 октября)». Такая поправка позволила с 2009 г. осуществлять прибрежный лов минтая среднетоннажным флотом, оснащенный пелагическими тралами, и доля освоения этого объекта начала расти.

В августе - сентябре 2010 г. на промысле минтая в прибрежных водах Магаданской области в пределах Северо-Охотоморской подзоны пелагическими тралами на изобатах 65-105 м работали два среднетоннажных судна. Всего было освоено 5654,4 т. Уловы на траление в среднем составили 25 т.

Мы сравнили, по материалам наблюдателей ФГУП «МагаданНИРО», размерные показатели минтая из уловов пелагического трала в прибрежной зоне (лето 2010 г.) с такими же характеристиками минтая в исключительной экономической зоне (ИЭЗ) РФ (весна 2010 г.) и установили, что они отличаются. Так, в ИЭЗ РФ средний размер тела (по АС) составил 43,3 см, при вариациях от 24 до 62 см, а в прибрежной зоне – 40,2 см, но размах колебаний здесь был шире – от 10 до 70 см. Доля изъятия непромыслового минтая в прибрежной зоне в среднем была значительна и составила около 19 %. В то же время, при проведении работ в прибрежной зоне в летний период в режиме НИР, в уловах донного трала средний размер минтая увеличивался при тралениях на меньших глубинах и, в целом, доля крупных особей была велика [2]. Проведение в 2005 г. научно-исследовательских работ в прибрежной зоне Магаданской области донным тралом также показало наличие в уловах значительного количества крупноразмерных особей минтая. Казалось бы, необходимо разрешить лов минтая в прибрежных водах донным тралом, во избежание прилова молоди. Однако мы считаем введение такого промысла нецелесообразным, т.к. это нанесет непоправимый ущерб донным сообществам. Мы полагаем, что, для успешного лова крупноразмерного прибрежного минтая, который держится в придонных горизонтах, необходимо использовать снюрреводы, как это успешно практикуется в прибрежной зоне Камчатки [3].

### Литература

1. *Шершенков С.Ю., Семенов Ю.К., Смирнов А.А.* Изучение запасов, промысел и прогнозирование ОДУ североохотоморского минтая. Сб. науч. трудов Магаданского НИИ рыб. хоз-ва и океанографии. 2009. Вып. 3. – С. 349-365.
2. *Вышегородцев В.А., Панфилов А.М.* О результатах донной траловой съемки в северной части Охотского моря на НИС «Зодиак» в августе-сентябре 2000 г. Сб. науч. трудов Магаданского НИИ рыб. хоз-ва и океанографии. 2001. Вып. 1. – С. 7-36.
3. *Буслов А.В.* Рост минтая и размерно-возрастная структура его популяций. Петропавловск-Камчатский, 2005. – 224 с.



## ИСТОРИЯ ПРОМЫСЛА И СОВРЕМЕННЫЙ РЕСУРСНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ГИЖИГИНСКО-КАМЧАТСКОЙ СЕЛЬДИ

*А.А. Смирнов*  
*(Магаданский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства  
и океанографии, г. Магадан)*

*Показано современное состояние запасов гижигинско-камчатской сельди. Рассмотрены причины, препятствующие ведению эффективного промысла. Предлагается исключить гижигинско-камчатскую сельдь из числа видов, для которых устанавливается ОДУ.*

Запасы гижигинско-камчатской сельди, обитающей в северо-восточной части Охотского моря (залив Шелихова и воды западной Камчатки), существенны, но в последние годы используются промыслом очень незначительно. В 50-60-х гг. двадцатого века этот объект промысла имел высокую численность и интенсивно облавливался, годовой вылов доходил до 161 тыс. т [1], причем ловили как в нерестовый, так и в нагульный периоды. В результате чрезмерного вылова и появления подряд нескольких неурожайных (малочисленных) поколений, к началу 1970-х гг. запасы гижигинско-камчатской сельди снизились, уменьшилась площадь нерестилищ. Поэтому с 1974 г. решено было ввести запрет на ее промысел [2]. В дальнейшем, вплоть до 1988 г., вылов сельди ограничивался контрольным ловом ее нерестовых скоплений в Гижигинской губе с целью наблюдений за ее биологическим состоянием, при этом минимальный вылов составлял 0,1 тыс. т, максимальный – 8,3 тыс. т, средний – 3,2 тыс. т [3]. С 1988 г., в связи с ростом запасов, было рекомендовано восстановить лов в нагульный период и два промысловых судна с кошельковыми неводами за 6 дней выловили 1,1 тыс. т сельди в зал. Шелихова, при этом средний улов на замет составлял 125 т [4]. В течение последующих пяти лет (до 1992 г.) ежегодно, в октябре-декабре в заливе Шелихова проходил промысел, который достигал величины 4,4 тыс. т. С 2002 г. был официально разрешен промысел и нерестовой сельди. Однако, годовые объемы изъятия сельди в Западно-Камчатской подзоне были невелики и колебались в пределах 3,2–11,4 тыс. т.

В 2005-2010 гг. объемы ОДУ гижигинско-камчатской сельди в Западно-Камчатской подзоне обосновывались на уровне от 34 до 93 тыс. т, а вылов, по данным официальной статистики, составлял 5-22% (табл. 1).

*Таблица 1*

**ОДУ и вылов гижигинско-камчатской сельди в 2005-2010 гг.**

Год	ОДУ, тыс. т	Вылов (тыс. т)				Освоение ОДУ (%)
		преднерестовой <sup>1</sup>	нерестовой	нагульной	всего	
2005	60	1,36	5,84	1,80 <sup>2</sup>	9,00	15,0
2006	39	1,21	4,10	3,16 <sup>2</sup>	8,47	21,7
2007	38	0,82	0,87	1,52 <sup>2</sup>	3,21	8,4
2008	34	0,66	0,56	1,18 <sup>2</sup>	3,10	9,1
2009	53	1,35	0,05	6,10 <sup>2</sup>	7,50	14,1
2010	93	0,78	0,0001	2,68 <sup>2</sup>	4,50	4,8

*Примечание:* 1- в ходе специализированного промысла и как прилов при промысле минтая; 2- по данным промысловой статистики в Западно-Камчатской подзоне

В этот период промысловый запас гижигинско-камчатской сельди оценивался на уровне 450-500 тыс. т, а общая биомасса по данным траловых съежек изменялась в пределах 800-1200 тыс. т, с доминированием рыб старших возрастных групп.

Отсутствие масштабного промысла приводит к ежегодной потере высококачественного сырья – в 2010 г. более половины рыб в нерестовой части стада были в возрасте 7 - 9 лет, с массой тела от 200 до 260 г.

Существует ряд причин, препятствующих ведению эффективного промысла.

Во-первых, это отсутствие береговой приемо-перерабатывающей базы. В 1950-1960-х гг. высокие уловы гижигинско-камчатской сельди достигались за счет интенсивной эксплуатации ее не-

рестовых скоплений, которые облавливались ставными, закидными и кошельковыми неводами с последующей обработкой сырья на береговых предприятиях. В 1970-1980-е гг. промысел в нерестовый период был запрещен, был лишь контрольный лов в небольших объемах и береговые обрабатывающие предприятия начали работать не в полную силу, а затем и закрываться. На протяжении 1990-2000-х гг. разрушение береговой инфраструктуры продолжалось. Береговые рыбозаводы в поселках Северо-Эвенск, Чайбуха, Таватум, расположенные вблизи нерестилищ сельди, до сих пор находятся в нерабочем состоянии. В то же время происходило сокращение количества судов, осуществлявших вылов и переработку нерестовой сельди. Все вместе это привело к катастрофическому падению вылова, с 9 тыс. т в 2005 г. до 54,5 т в 2009 г. и до 100 кг в 2010 г. В 2010 г. промысла нерестовой сельди в зал. Шелихова не было, лов вели лишь рыбаки-любители в рамках спортивно-любительского рыболовства.

Второй причиной являются сложные гидрологические условия в период промысла преднерестовой сельди. Вылов преднерестовой сельди траловым флотом может осуществляться в виде прилова при промысле минтая и в ходе специализированного промысла в горле залива Шелихова в весенний период (апрель - май). Такой опыт уже был – в 2000 г., после окончания минтаевой путины, 34 среднетоннажных судна и 1 крупнотоннажное за 10 дней (с 10 по 20 апреля) выловили 4,37 тыс. т сельди. Однако, организация такого промысла напрямую зависит от океанологической обстановки и он возможен только в годы малой ледовитости в северо-восточной части Охотского моря, что бывает далеко не всегда. Прилов сельди при промысле минтая в Западно-Камчатской подзоне обычно не превышает 1,4 тыс. т.

Третья причина, препятствующая ведению промысла нагульной гижигинско-камчатской сельди в Западно-Камчатской подзоне заключается в том, что в этот же период (сентябрь-декабрь) ведется лов нагульной охотской сельди в Северо-Охотморской подзоне, который более эффективен с экономической точки зрения. Кроме того, в последние годы в осенний период в Западно-Камчатской подзоне возобновлен промысел минтая, ловить который также экономически выгоднее, чем гижигинско-камчатскую сельдь.

Гижигинско-камчатская сельдь в осенний период образует промысловые скопления у северо-западной Камчатки и в заливе Шелихова на изобатах 120-180 м. Промысел может быть эффективным только при выставлении достаточного количества флота (30-40 судов) и организации масштабных поисковых работ, что маловероятно, т.к. флоту в этот период рентабельнее работать на других объектах или в других районах.

В соответствии с п. 2 ч. 2 ст. 13 Федерального закона от 20.12.2004 г. № 166-ФЗ «О рыболовстве и сохранении водных биологических ресурсов», если предприятие осваивает выделенные ему промышленные квоты на определенный объект лова в течение двух лет подряд менее, чем на 50 %, эти квоты изымаются и перераспределяются через аукционы. Т.к. большинство рыбодобывающих предприятий, имеющих квоты гижигинско-камчатской сельди, в последние годы осваивали эти лимиты в очень малой степени, ожидается, что значительные объемы неиспользуемых квот этой сельди должны быть изъяты у предприятий и выставлены на аукционы.

Однако, исходя из того, что гижигинско-камчатская сельдь слабо востребована промыслом, ее квоты, реализуемые через аукционы, скорее всего, не будут пользоваться спросом. Таким образом, в ближайшие годы освоение гижигинско-камчатской сельди в Западно-Камчатской подзоне, по-видимому, будет оставаться по-прежнему незначительным.

Поэтому, в связи с низким выловом и стабильным состоянием запаса, вполне разумным было бы исключить сельдь Западно-Камчатской подзоны из перечня объектов, общий допустимый улов на которые устанавливается. Биологическое обоснование такого исключения было подготовлено, одобрено учеными МагаданНИРО, ТИНРО-центра, КамчатНИРО, ВНИРО и направлено в Росрыболовство.

Переход от квотирования к заявительному принципу лова, несомненно, вызовет интерес рыбохозяйственных предприятий, не имеющих квоты на гижигинско-камчатскую сельдь и желающих ее осваивать. Это, на наш взгляд, будет способствовать увеличению вылова этого объекта.

## Литература

1. *Правоторова Е.П.* Некоторые данные по биологии гижигинско-камчатской сельди в связи с колебаниями ее численности и изменением ареала нагула. Изв. ТИНРО. 1965. Т. 59. – С. 102–128.
2. *Смирнов А.А.* Современное состояние запасов и перспективы промысла гижигинско-камчатской сельди. Вопросы рыболовства. 2001. Т. 2. – С. 287-298.

3. Смирнов А.А., Трофимов И.К. Краткая характеристика промысла гижигинско-камчатской сельди. Вестник СВНЦ ДВО РАН. 2010. № 3. С. 99-102.

4. Вышегородцев В.А. Поиск предзимовальных скоплений гижигинско-камчатской сельди. Рыбное хозяйство. 1994. № 6. – С. 24–25.

УДК 597.556.35

## НОВЫЕ ДАННЫЕ ПО БИОЛОГИИ ЧЕТЫРЕХ ВИДОВ КАМБАЛ В ТИХООКЕАНСКИХ ВОДАХ СЕВЕРНЫХ КУРИЛЬСКИХ ОСТРОВОВ И ЮГО-ВОСТОЧНОЙ КАМЧАТКИ

*А.М. Орлов (Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии, Москва),  
А.М. Токранов (Камчатский филиал Тихоокеанского института географии ДВО РАН,  
Петропавловск-Камчатский),  
С.Н. Тарасюк (Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии, Москва)*

*Приведены данные о распределении, величине уловов и размерно-весовых показателях 4 видов камбал (желтоперой, четырехбугорчатой, сахалинской и колючей) в тихоокеанских водах северных Курильских островов и юго-восточной Камчатки в 1992-2002 гг.*

Желтоперая *Limanda aspera* и четырехбугорчатая *Pleuronectes quadrituberculatus* камбалы являются важными объектами прибрежного рыболовства в российских дальневосточных водах. Данные виды широко распространены в северной части Тихого океана от Японского моря до западного побережья США (желтоперая камбала – до побережья Канады) [1-3 и др.]. Наибольшей численности они достигают в районах с хорошо выраженным шельфом. В тихоокеанских водах северных Курильских островов и юго-восточной Камчатки рассматриваемые виды высокой численностью не обладают и добываются в качестве прилова на различных видах донных промыслов. Сахалинская камбала *Limanda sakhalinensis*, встречающаяся от берегов Приморья и охотоморского побережья Хоккайдо до южных районов Чукотского моря и Бристольского залива [1-3 и др.], в прибрежных водах Восточной Камчатки и Курильских островов также довольно немногочисленна, к тому из-за своих малых размерно-весовых показателей сегодня относится к потенциально промысловым объектам. Колючая камбала *Acanthopsetta nadeshnyi*, ареал который в северо-западной части Тихого океана простирается от южных районов Японского моря и тихоокеанского побережья Хонсю до Олюторско-Наваринского района Берингова моря [1, 3 и др.], в прикамчатских и прикурильских водах повсеместно редка [4, 5 и др.]. Имеющиеся в настоящее время в литературе сведения по распределению и биологии этих четырех видов камбал в тихоокеанских водах северных Курильских о-вов и юго-восточной довольно ограничены и фрагментарны [4-8 и др.].

В 1992-2002 гг. в рамках совместной программы ВНИРО, КамчатНИРО и СахНИРО по исследованию малоизученных и малоиспользуемых рыб материкового склона дальневосточных морей в тихоокеанских водах северных Курильских островов и юго-восточной Камчатки на участке от 47°50' до 52°10' с. ш. авторами собраны материалы (проанализированы результаты более 11 тыс. донных тралений на глубинах от 80 до 850 м), дающие возможность охарактеризовать пространственно-батиметрическое распределение и некоторые черты биологии четырех видов камбал в этом районе.

Хотя четырехбугорчатая камбала в период наблюдений встречалась чаще других рассматриваемых видов (627 поимок), ее доля в уловах по численности была практически такой же, как и желтоперой камбалы – в среднем соответственно 0.79 и 0.72% (таблица). Так как колючая камбала в районе исследований считается редким видом [5], в 1992-2002 гг. она попадалась всего 16 раз, в связи с чем, ее доля в уловах не превышала 0.19%. У сахалинской камбалы эти показатели составили соответственно 58 поимок и 0.65% (таблица), что наглядно свидетельствует о сравнительно невысокой численности данного вида в тихоокеанских водах северных Курильских островов и юго-восточной Камчатки. Наиболее многочисленной в результативных тралениях являлась четырехбугорчатая камбала, максимальные и средние уловы которой за часовое траление

достигали 6630 экз. или 2289 кг и 1163 экз. или 314 кг, соответственно (таблица). Численность желтоперой камбалы в уловах в целом была заметно ниже, в связи с чем, эти показатели не превышали 1460 экз. (730 кг) и 340 экз. (185 кг).

Полученные данные позволяют сделать вывод, что пространственное распределение всех четырех исследуемых видов камбал в период с февраля по декабрь 1992-2002 гг. носило сходный характер – их уловы на участке южнее Четвертого Курильского пролива полностью отсутствовали, за исключением двух случаев поимки единичных особей желтоперой камбалы. Очевидно, это обусловлено тем, что данный участок представляет собой группу подводных поднятий с глубинами свыше 100-200 м, тогда как рассматриваемые виды камбал обитают

Таблица 1

**Некоторые количественные показатели встречаемости желтоперой, четырехбугорчатой, сахалинской и колючей камбал в уловах в тихоокеанских водах северных Курильских островов и юго-восточной Камчатки в 1992-2002 гг.**

Вид камбал	Доля в уловах, %*	Число экземпляров*		Масса*		Глубина, м**	Придонная температура, °С**	Длина, см**	Масса тела, г**	Число уловов с видом
		Общее	За часо-вое тра-ление	Общая	За часо-вое тра-ление					
Желтоперая	7.699 0.720	<u>1460</u> 95.1	<u>340</u> 25.1	<u>730</u> 50.2	<u>185</u> 13.1	<u>80-796</u> 185.1	<u>-0.75-3.8</u> 1.23	<u>23-47</u> 33.26	200- 1380 493.5	401
Четырехбугорчатая	7.479 0.792	<u>6630</u> 92.2	<u>1163</u> 15.3	<u>2289</u> 72.8	<u>314</u> 12.7	<u>80-531</u> 157.4	<u>-1.2-3.8</u> 1.15	<u>24-58</u> 38.63	150- 2620 607.0	627
Сахалинская	0.648 0.079	<u>149</u> 24.5	<u>32</u> 5.8	<u>100</u> 5.7	<u>31</u> 1.4	<u>90-152</u> 120.1	<u>-0.45-2.0</u> 0.54	<u>15-36</u> 26.65	100- 450 205.0	58
Колючая	0.185 0.030	<u>120</u> 26.1	<u>26</u> 6.4	<u>25</u> 4.9	<u>5</u> 1.1	<u>95-541</u> 179.8	<u>0.3-3.3</u> 1.91	<u>15-32</u> 26.32	20-400 179.8	16

Примечание: \* - максимальное/среднее значение, \*\* - минимальное – максимальное/среднее значение.

Преимущественно в местах с хорошо выраженной шельфовой зоной. Область распространения колючей и сахалинской камбал была довольно узкой, а их максимальные уловы (у первой более 15, а у второй – свыше 20 экз. за часовое траление) отмечены исключительно у юго-восточной оконечности Камчатки (на участке от 50°40' до 51°10' с. ш.). Характер пространственного распределения этих видов позволяет предположить возможность их проникновения в тихоокеанские воды из Охотского моря в летний период через сравнительно мелководные Первый и Второй Курильский проливы. В отличие от них, четырехбугорчатая и желтоперая камбалы во время исследований встречались практически повсеместно на север от Четвертого Курильского пролива, хотя наибольшие уловы (свыше 100 экз. за часовое траление) зарегистрированы также в основном у юго-восточной оконечности Камчатки. При этом состав уловов результативных тралений со всеми четырьмя видами камбал был довольно сходен – чаще всего (>50%) сопутствующими им представителями ихтиофауны являлись треска *Gadus macrocephalus*, широколобый шлемоносец *Gymnacanthus detrisus*, белобрюхий *Hemilepidotus jordani* и пестрый *H. gilberti* получешуйники, узкозубая палтусовидная *Hippoglossoides elassodon* и северная двухлинейная *Lepidopsetta polyxustra* камбалы, многоиглый керчак *Myoxocephalus polyacanthocephalus*, северный одноперый терпуг *Pleurogrammus monopterygius* и минтай *Theragra chalcogramma*.

Все четыре исследуемых вида камбал входят в состав элиторального ихтиоценоза [5 и др.], причем сахалинская камбала известна с глубин 10-360, желтоперая и четырехбугорчатая – 0-600, а колючая – 18-900 м. Для них характерны сезонные вертикальные миграции: весной - в прибрежную зону (или на меньшие глубины), осенью – к нижней границе шельфа и в верхнюю часть материкового склона [1, 2]. В феврале-декабре 1992-2002 гг. в тихоокеанских водах северных Курильских островов и юго-восточной Камчатки случаи поимки желтоперой камбалы отмечали до глубины 796 м (таблица). Наибольшая величина ее улова (около 70 экз. за часовое траление) была характерна для изобат менее 100 м, где зарегистрировано более 45% особей. Максимальная глубина поимки четырехбугорчатой и колючей камбал составила 531 м, тогда как самые высокие уловы первой из них (более 100 экз. за часовое траление) зафиксированы в диапазоне 251-300 м (к сожалению, ограниченный объем данных по второму виду не позволяют

достоверно охарактеризовать закономерности его батиметрического распределения). В отличие от них, сахалинская камбала встречались в уловах исключительно на шельфе (таблица), в связи с чем, ее ни разу не отмечали на глубинах свыше 152 м. Преобладающее большинство особей этой камбалы, как и желтоперой, держалось на изобатах менее 100 м.

Наши материалы позволяют в целом охарактеризовать термический режим обитания только трех из четырех видов камбал, поскольку данных по придонным температурам, при которых вылавливали колючую камбалу, крайне недостаточно. Тем не менее, в тихоокеанских водах северных Курильских островов и юго-восточной Камчатки этот вид из всех рассматриваемых следует признать самым теплолюбивым, поскольку в 1992-2002 гг. случаи его поимки зарегистрированы исключительно при придонных температурах от 0.3 до 3.3°C, при среднем значении 1.91°C (таблица). При отрицательных придонных температурах он в уловах не был отмечен ни разу. В отличие от колючей, четырехбугорчатая и желтоперая камбалы в период наблюдений встречались в значительно более широком диапазоне придонных температур от -1.2 (желтоперая камбала от -0.75) до 3.8°C (таблица). Максимальные уловы первой из них (103 экз. за часовое траление) зарегистрированы в интервале 2,0-2,5°C, тогда как на гистограмме, характеризующей распределение второй в зависимости от придонной температуры, наблюдалось три вершины с наибольшими концентрациями рыб при температурах менее 0,0°C (улов 31,6 экз. за часовое траление), 1-2°C (24,5 экз.) и свыше 3°C (45,5 экз.). В распределении сахалинской камбалы в зависимости от придонной температуры отмечалось два максимума – при ее значениях менее 0,0°C и свыше 1,0°C.

Анализ имеющихся материалов свидетельствует, что самые крупные особи желтоперой и сахалинской камбал держатся преимущественно у нижней границы обитания, в связи с чем, в верхней части шельфа преобладают более мелкие рыбы. Например, если средняя масса тела первой из них на изобатах менее 100 м составляла 503 г, то на глубинах свыше 300 м – 1377 г. В отличие от двух этих видов, наибольшие показатели массы тела четырехбугорчатой камбалы (в среднем 1330 г) зарегистрированы в диапазоне 170-250 м, т.е. у нижней границы шельфа и в самой верхней зоне материкового склона. На меньших и больших глубинах вылавливаемые рыбы оказались значительно мельче (средняя масса тела на изобатах менее 100 м – 1090, а свыше 300 м – 980 г).

Имеющиеся в нашем распоряжении материалы позволяют проанализировать межгодовую, сезонную и суточную динамику уловов трех из четырех исследуемых видов камбал (по колючей камбале данных для этой цели недостаточно) в тихоокеанских водах юго-восточной Камчатки и северных Курильских островов. В 1992-2002 гг. встречаемость четырехбугорчатой, желтоперой и сахалинской камбал в уловах варьировала сходным образом в широких пределах, но наибольшие значения данного показателя у двух последних видов отмечались в 1997 г. (соответственно 12 и 2.5%), а у четырехбугорчатой – в 1997-1998 гг. (13-14%). В отличие от встречаемости, максимальная величина ее уловов зарегистрирована в 1995 г. (около 80 экз. за часовое траление), тогда как желтоперой камбалы – в 1994 г. (58 экз.). У сахалинской камбалы в период исследований наблюдалось два максимума величины уловов – в 1994 (8 экз.) и 1998 (10 экз. за часовое траление) гг. Характерно, что средняя величина уловов всех трех рассматриваемых видов камбал в 2002 г. резко сократилась, причину чего однозначно объяснить затруднительно.

Сезонная динамика встречаемости и величины уловов четырехбугорчатой, желтоперой и сахалинской камбал в 1992-2002 гг. носила сходный характер. Несмотря на существенные колебания, от весны к лету, величина этих показателей у всех трех видов сокращалась, достигая минимума в июле-августе, что, вероятно, связано со смещением их половозрелых особей на глубины менее 80 м, где траления не выполняли. С началом осени и обратной миграцией рыб на большие глубины, встречаемость и величина уловов вновь возрастали.

Встречаемость четырехбугорчатой, желтоперой и сахалинской камбал в течение суток изменялась довольно незначительно, в связи с чем, пределы колебаний этого показателя у двух первых видов не превышали 3, а у последнего – всего 0.5%. В то же время величина уловов четырехбугорчатой камбалы была заметно выше в дневное, а желтоперой и сахалинской – в утреннее и дневное время. Отмеченные колебания встречаемости и величины уловов этих камбал, вероятно, отражают изменения характера их распределения в разное время суток.

Из четырех рассматриваемых видов, четырехбугорчатая камбала является самой крупной, максимальные размеры которой достигают 62 см, а масса тела 3.5 кг [1-3, 7 и др.]. В районе исследований в 1992-2002 гг. ее длина варьировала от 24 до 58 (в среднем 38.6) см, а масса – от 150 до 2620 (в среднем 607) г (таблица). Самыми многочисленными в уловах были особи размером 28-47 см, доля которых составляла около 83% по численности.

По литературным данным [1-3, 7 и др.], предельная длина желтоперой камбалы в северной

части Тихого океана равняется 49 см, а масса тела – 1.8 кг. В тихоокеанских водах северных Курильских островов и юго-восточной Камчатки в период проведения исследований зарегистрированы ее особи размером от 23 до 47 см с массой тела 200-1380 г (таблица). Однако основу уловов (свыше 72% по численности) составляли рыбы длиной 30-36 см.

Колючая и сахалинская камбалы большинством специалистов относятся к самым мелким представителям семейства камбаловых, в связи с чем, максимальная длина первой из них не превышает 46 см (масса тела - 950 г), второй – 36 см [1-3, 7 и др.]. В уловах же обычно наиболее многочисленны особи размером соответственно 20-32 и 15-28 см. В районе исследований в 1992-2002 гг. длина колючей камбалы варьировала от 15 до 32 см (масса тела – от 20 до 400 г), сахалинской – от 15 до 36 см (масса тела – от 100 до 450 г) (таблица). Но чаще всего в уловах попадались их особи размером соответственно 23-30 и 23-32 см.

Зависимость между длиной и массой тела 4 исследуемых видов камбал в тихоокеанских водах северных Курильских островов и юго-восточной Камчатки довольно точно описывается следующими уравнениями:

$$\text{для четырехбугорчатой} - W = 0.002 TL^{3.5155} (R^2 = 0.952),$$

$$\text{для желтоперой} - W = 0.0054 TL^{3.2464} (R^2 = 0.925),$$

$$\text{для сахалинской} - W = 0.1498 TL^{2.1755} (R^2 = 0.3599),$$

$$\text{для колючей} - W = 0.00035 TL^{4.002} (R^2 = 0.9644),$$

где  $W$  – масса рыбы, г;  $TL$  – общая длина, см. Вычисленные по этим формулам теоретические ряды регрессии достаточно хорошо совпадают с эмпирическими данными, в связи с чем, в дальнейшем они могут быть использованы при определении средней массы этих видов камбал по длине в рассматриваемом районе в полевых условиях.

### Литература

1. *Фадеев Н.С.* Северотихоокеанские камбалы (распространение и биология). – М.: Агропромиздат, 1987. – 175 с.
2. *Фадеев Н.С.* Справочник по биологии и промыслу рыб северной части Тихого океана. – Владивосток: ТИНРО– центр, 2005. – 366 с.
3. *Mecklenburg C.W., Mecklenburg T.A., Thorsteinson L.K.* Fishes of Alaska. – Bethesda, Maryland: American Fisheries Society, 2002. – XXXVII+1037 p.+40 Pl.
4. *Федоров В.В.* Видовой состав, распределение и глубины обитания видов рыбообразных и рыб северных Курильских островов // Промыслово– биол. исслед. рыб в тихоок. водах Курильских о– вов и прилежащих районах Охотского и Берингова морей в 1992– 1998 гг.: Сб. науч. трудов. – М.: Изд– во ВНИРО, 2000. – С.7– 41.
5. *Шейко Б.А., Федоров В.В.* Класс Cephalaspidomorphi – Миноги. Класс Chondrichthyes – Хрящевые рыбы. Класс Holosephali – Цельноголовые. Класс Osteichthyes – Костные рыбы // Каталог позвоночных животных Камчатки и сопредельных морских акваторий. – Петропавловск– Камчатский: Камчатский печатный двор, 2000. – С.7– 69.
6. *Орлов А.М.* Демерсальная ихтиофауна тихоокеанских вод северных Курильских островов и юго– восточной Камчатки // Биол. моря. – 1998. – Т. 24. – № 3. – С. 146– 160.
7. *Борец Л.А.* Аннотированный список рыб дальневосточных морей. – Владивосток: ТИНРО– центр, 2000. – 192 с.
8. *Орлов А.М., Токранов А.М.* Некоторые особенности распределения и биологии наваги, желтоперой и четырехбугорчатой камбал в тихоокеанских водах северных Курильских островов и юго– восточной Камчатки // X съезд Гидробиол. общ– ва при РАН: Тез. докл. (Владивосток, 28 сентября – 2 октября 2009 г.). – Владивосток: Дальнаука, 2009. – С.299.

**БИОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ БАЛТИЙСКОЙ СЕЛЬДИ  
(*CLUPEA HARENGUS MEMBRAS* L.) В ПРИБРЕЖНОЙ ЧАСТИ  
БАЛТИЙСКОГО МОРЯ В ЗОНЕ ЛИТВЫ ВЕСНОЙ 2010 ГОДА**

**Е.А. Федотова**  
(Служба рыболовства при Министерстве сельского хозяйства  
Литовской Республики)

*Проанализирован размерно–возрастной и половой состав промысловых скоплений сельди (*Clupea harengus membras* L.) в районе формирования преднерестовых скоплений в марте–мае 2010 г. Скопления сельди состояли из различных возрастных групп от 1 до 10 лет и старше. Длина рыб варьировала от 10 до 28 см. Соотношение самцов и самок 1: 1,3. Установлены размерно–весовые соотношения, динамика накормленности и коэффициента упитанности. Оценены параметры линейного и весового роста в уравнении Бергаланфи.*

26 подрайон ИКЕС, куда входит Литовская экономическая зона (ЛЭЗ), является одним из самых продуктивных районов Балтийского моря. Балтийская сельдь, или салака (*Clupea harengus membras* L.) является одной из основных промысловых рыб Балтийского моря. В 80–е годы прошлого столетия ее общий запас достигал 25млн.шт., а уловы свыше 250 тыс.т [1]. Промысел сельди в Литве ведется круглый год, но, в основном, базируется на облове зимовальных и преднерестовых скоплений в центральной и прибрежной частях Литовской экономической зоны Балтийского моря.

В современной литературе и ранее довольно широко описана биология и распределение сельди в Балтийском море, но для подачи своевременных рекомендаций и оперативного управления ее промыслом этих знаний и сведений недостаточно. С одной стороны это связано с жизненным циклом этого вида, изменениями в абиотических и биотических условиях среды. С другой стороны – с внутренней структурой промысловых скоплений, ее популяционным составом, состоящим из локальных группировок, отличающихся друг от друга структурой отолиров, размерно–весовыми характеристиками и темпом роста, что заметно отражается на качественном составе улова. Изучение этих групп играет большую роль при обосновании величины квоты сельди и состояния ее промыслового запаса в ЛЭЗ. Поэтому, на фоне постоянного уменьшения общего запаса сельди в Балтийском море, знание долговременных изменений в размерно–весовых, возрастных и популяционных характеристиках этого вида необходимо для своевременной оценки запаса сельди и внесения необходимых рекомендаций для ведения рационального промысла как в ЛЭЗ, так и во всей Балтике.

Цель настоящей работы – изучение современного состояния преднерестовых скоплений балтийской сельди в экономической зоне Литвы по основным промыслово–биологическим характеристикам.

**Материалы и методы.** Пробы сельди были получены из траловых уловов судов типа МРТК в марте–мае 2010 г. Лов проводился с применением стандартного пелагического трала с ячейей в кутке 10 мм. Всего было обработано 8 проб: 2 в марте, в 3 в апреле и 3 в мае. Объем проб состоял из 100–200 шт. Общее количество исследованных рыб составило 814 экз. Длину тела измеряли с точностью до 0,1 см, массу – 0,1 г. Возраст рыбы и ее популяционную принадлежность определяли по отоливам по методике Комповского [2], пол и стадию зрелости – по состоянию гонад по шкале [3].

Наполнение желудков оценивали визуально по 5–бальной шкале [4]. Размерно–весовые соотношения находились по формуле:

$$W = aL^b, \quad (1)$$

где  $W$  – общая масса тела (г);  $L$  – общая длина рыбы (см);  $a$  и  $b$  – константы.

Параметры линейного и весового роста находили по формуле Бергаланфи (по методу Хоэндорфа) [5, 6].

Для линейного роста

$$L_t = L_\infty (1 - e^{-K(t-t_0)}), \quad (2)$$

Для весового роста:

$$W_t = W_\infty (1 - e^{-K(t-t_0)})^b, \quad (3)$$

где  $L_\infty$  и  $W_\infty$  – асимптотические размеры;  $K$  и  $t_0$  – константы.

Упитанность рыб ( $CF$ ) вычисляли по формуле Фультона:

$$CF = (W \times 100) / L^3, \quad (4)$$

### Результаты и обсуждение

Концентрации преднерестовой сельди в прибрежной части ЛЭЗ начинаются в конце февраля – начале марта. Изменчивость размерно– весовых и основных биологических характеристик сельди в исследуемый период представлена в табл.1.

Таблица 1

Основные биологические характеристики сельди в преднерестовый период в прибрежной части экономической зоны Литвы Балтийского моря в марте– мае 2010 г.

Параметры	Март	Апрель	Май	Всего
Количество рыб, шт.	223	300	290	813
Средняя длина, см	18,8±0,22	18,4±0,25	19,7±0,2	19,0±0,17
Средняя масса, г	42,8±1,61	40,64±1,59	49,7±1,58	44,5±1,14
Доля самок, %	42,3	48,6	53,6	48,1
Средний балл наполнения желудка, %	0,71±0,06	0,16±0,02	0,24±0,01	0,35±0,01
Коэффициент упитанности по Фультону	0,62±0,002	0,61±0,002	0,62±0,001	0,62±0,001

Длина измеренных рыб варьировала от 10 до 25 см, (при среднем значении 18,21±0,10см). Масса тела – от 8 до 98,3 г (при среднем значении 41,51±0,67г). В марте месяце в составе улова доминировали рыбы 2– 6 лет и размером 16– 20 см. По мере продвижения сельди к берегу, непосредственно на места нереста, размерная структура облавливаемой сельди менялась в сторону уменьшения (рис.1).

Так в мае, в улове основу уже составляли рыбы 2– 4 лет и длиной 15– 18 см.

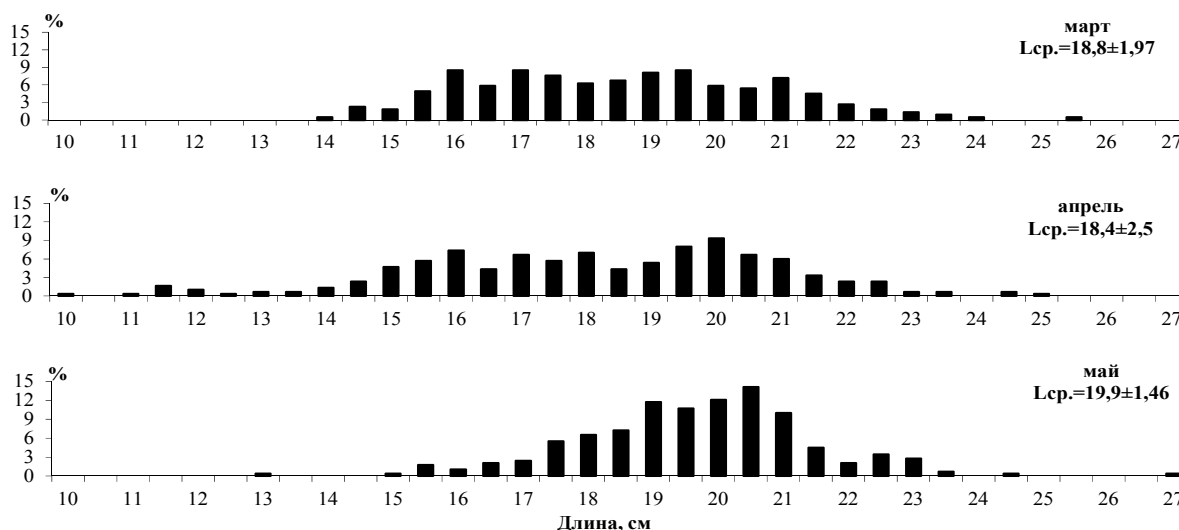


Рис.1 Размерный состав сельди в траловых уловах в марте– мае 2010 г.

На основе анализа отолитов был определен возраст весенненерестующей сельди и ее принадлежность к той или иной популяционной группировке весенненерестующей сельди (прибрежной быстрорастущей или морской медленнорастущей). В течение всего исследуемого периода улова в уловах встречались представители всех возрастных групп и обеих популяционных группировок, количество которых колебалось (рис.2,3).



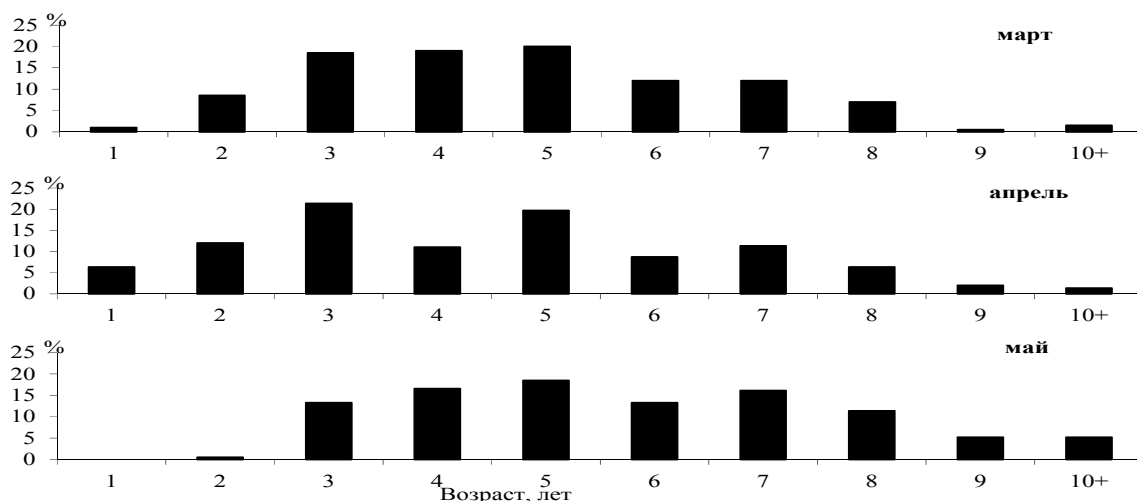


Рис.2. Возрастной состав сельди в траловых уловах в марте– мае 2010 г.

Так в марте преобладала морская весенне– нерестующая сельдь(55,7%), а в апреле – прибрежная (54,5%). К концу нерестового периода соотношение их в уловах выровнялось.

На основе данных о длине тела и массе сельди было получено общее уравнение между длиной и массой рыбы, (рис.3):

$$W = 0,0042L^{3,13} \quad (5)$$

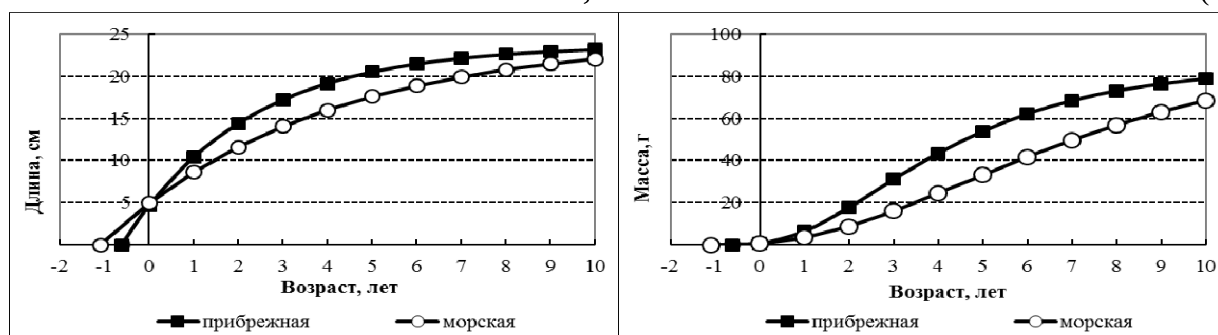


Рис.3. Линейный и весовой рост сельди различных популяционных группировок в марте– мае 2010 г.

Степенной коэффициент в уравнении приближается к 3, что свидетельствует об аллометрическом росте сельди и характеризует ее как имеющую постоянную форму тела и плотность.

Уравнение линейного роста для каждой из группировок сельди в формуле (2), на основе данных о длине тела и возрасте, имеет следующий вид и графически отображено на рис.3:

$$\text{для прибрежной} - L_t = 23,68(1 - e^{-0,36(t+0,61)});$$

$$\text{для морской} - L_t = 24,45(1 - e^{-0,21(t+0,1,09)}).$$

Весовой рост этих группировок описывается функцией (3) и графически отображен на рис.5:

$$\text{для прибрежной} - W_t = 84,62(1 - e^{-0,36(t+0,61)})^{3,13}$$

$$\text{для морской} - W_t = 95,76(1 - e^{-0,21(t+1,09)})^{3,21}$$

Было выявлено, что у морской сельди асимптотические длина и масса выше, чем у прибрежных, обитающих в близлежащих районах. Константа  $K$ , указывающая на скорость достижения асимптоты, у морской сельди ниже, чем у прибрежной.

Анализ половой структуры сельди показал, в марте большинство рыб находились на 3 стадии зрелости (80,7%), а по мере созревания и приближения срока нереста количество рыб на 3 и 4 стадиях зрелости уменьшалось и увеличивалось количество отнерестившихся рыб (46%).

В течение всего исследуемого периода доля самок преобладала над самцами (соотношение полов 1,13:1). Известно, что в это время года преднерестовая сельдь практически не питается. В 65,4% случаев желудки пойманной сельди были пустыми, соответственно и коэффициент упитанности был небольшим и практически оставался неизменным (табл.1).

**Выводы. 1.** Преднерестовые концентрации сельди в экономической зоне Литвы в основном

представлены рыбами в возрасте от 2 до 6 лет (77,2%). В марте–апреле преобладают рыбы 4–5 лет, а в мае, когда основная масса сельди уходит непосредственно на места нереста, более 40% улова составляли рыбы младших возрастных групп (1–3 года). **2.** Стандартная длина рыб варьировала от 10 до 25 см (в среднем 18,2 см), масса тела – от 8 до 98,3 г (в среднем 41,51 г). **3.** Количество самок преобладало над самцами в соотношении 1,13:1. **4.** Накормленность рыб была очень низкой, что свидетельствует об отсутствии активного в преднерестовый период питания. **5.** Параметры роста в формуле Бергаланфи равны:  $L_{\infty} = 23,61$ ;  $W_{\infty} = 84,62$ ;  $K = 0,36$ ;  $t_0 = -0,61$  (для прибрежной сельди) и  $L_{\infty} = 24,45$ ;  $W_{\infty} = 95,76$ ;  $K = 0,21$ ;  $t_0 = -1,09$ .

### Литература

1. ICES 2010. Extract of the Report of the Advisory Committee on Fishery Management on Stocks in the Baltic Overview. ICES – Copenhagen, Denmark, 98 pp.
2. *Kotowski A.* 1969. Types of otoliths of southern Baltic herring. ICES CM 1969/H: 12, p. 17
3. *Правдин И.Ф.* Руководство по изучению рыб. – М.: Пищевая пром–сть, 1966. – 376 с.
4. Методическое пособие по изучению питания и пищевых отношений рыб в естественных условиях/ Под ред. Е.В. Боруцкого. – М.: Наука, 1974. – 254 с.
5. *Шубаев С.В.* Промысловая ихтиология. Санкт–Петербург, 2007. – 399 с.
6. *Hohendorf K.* Eine Discussion der Bertalanffy – Functionen und ihre anwendung zur Charakterisierung des Wasktums von Fischen // Kieler Meer. Forch. – 1966. – 22, №1. – P. 70 – 97;

УДК 664.951

### ИЗМЕНЕНИЕ ДЛИНЫ И МАССЫ ТЕЛА РЫБ ПРИ ХРАНЕНИИ В СПИРТЕ И ФОРМАЛИНЕ

*В. Щеголькова, Е. Махмутова (ФГОУ ВПО «КамчатГТУ»)*

*В ходе эксперимента с карповыми и лососевыми рыбами установлено, что в спирте длина рыбы уменьшается незначительно, а масса тела уменьшается в среднем на 23–39,4%. При хранении рыб в растворе формалина различной концентрации масса тела увеличивается в пределах 12,6–22,3%. Увеличение длины тела в растворе формалина наблюдалось почти во всех случаях в среднем на 8% и зависело от размеров рыбы.*

Длина и масса рыб являются важнейшими количественными параметрами при ихтиологических исследованиях. Неправильная оценка этих параметров порождает искаженное представление как о данной популяции рыб, так и об экосистеме в целом. Точное определение массы водных беспозвоночных в полевых условиях часто затруднено, т.к. требует применения стационарного оборудования. Поэтому в экспедиции обычно применяются фиксаторы для консервации водных организмов, а их масса определяется в условиях стационара, иногда по прошествии длительного времени. Но значения параметров тела фиксированных особей отличаются от таких значений для живых организмов. Литературные данные по этому вопросу очень скудны. Фиксация в формалине качественно отличается от спиртовой фиксации. 4%-й формалин является гипотоническим раствором по отношению к внутренней среде организма, вода проникает в тело фиксированной особи, и ее масса увеличивается. При фиксации в 70%-ом этиловом спирте, напротив, вода покидает тело особи и можно предположить снижение ее массы.

Целью данной работы является изучение изменений стандартной длины и общей массы тела лососевых и карповых рыб во время хранения в различных фиксирующих растворах.

В период с 5.03.2010 по 15.02.2011 гг. был проведен эксперимент с молодью лососевых рыб (кета, нерка и чавыча) и серебряными карасями (сеголетки и взрослые рыбы). Всего было поставлено 8 опытов (Табл. 1). Длину тела измеряли до конца чешуйного покрова рыбы с точностью до 1 мм при помощи штангенциркуля, взвешивали рыб на электронных весах с точностью до 1 мг после предварительного обсушивания на фильтровальной бумаге. После этого организмы фиксировали различными растворами (70%-ный спирт, 4-х, 6-, 10%-ный формалин). Повторные измерения и взвешивания проводили с интервалом 10 дней, в некоторых случаях – через 30 дней до установления постоянного значения длины и массы тела.

Таблица 1

### Характеристика использованного материала

№ опыта	Фиксатор	Вид рыбы	Средняя длина, мм	Средняя масса, г	Количество, шт
1	спирт 70%	кета	32	0,353	17
2	формалин 4%	кета	38,3	0,567	30
3	формалин 6%	нерка	27,2	0,197	30
4	формалин 10%	чавыча	32,6	0,443	30
5	спирт 70%	караси	16,4	0,123	18
6	формалин 4%	караси	30,0	0,676	30
7	спирт 70%	караси	54,0	4,361	19
8	формалин 4%	караси	278	685,8	6

*Опыт № 1.* Молодь кеты с ЛРЗ «Кеткино» длиной 30–33 мм и массой 290–395 мг после предварительного измерения и взвешивания зафиксировали 70%-ным спиртом. Промеры проводили с интервалом в 10 дней в течение 4 месяцев до прекращения изменения массы тела. Фиксирующий раствор в процессе хранения не меняли. Средняя длина в течение всего эксперимента колебалась в пределах 1%, что, вероятнее всего, связано с погрешностями измерений. Масса тела в течение первого месяца уменьшилась в среднем на 22%, в последующие 3 месяца – всего на 1%.

*Опыт № 2.* Молодь кеты с ЛРЗ «Озерки» длиной 35–42 мм и массой 300–700 мг (сырой вес) зафиксировали 4%-ным раствором формалина. Фиксирующий раствор в процессе хранения не меняли. Промеры делали с интервалом 30 дней в течение трех месяцев. Средняя длина за весь период увеличилась на 7,2%, масса увеличилась на 22,3%. Основные изменения прошли за первый месяц: длина увеличилась на 5,2%, масса – на 29,2%.

*Опыт № 3.* Молодь нерки с ЛРЗ «Озерки» длиной 25–29 мм и массой 100–200 мг фиксировали 6%-ным раствором формалина, который не был погашен содой. Промеры делали с интервалом 30 дней в течение трех месяцев. Фиксирующий раствор в процессе хранения не меняли. Средняя длина за весь период увеличилась на 8,5%, причем за первый месяц – на 8,1%. Масса в течение первого месяца увеличилась в среднем на 31,9%, а в последний месяц уменьшилась на 10%.

*Опыт № 4.* Молодь чавычи с ЛРЗ «Озерки» длиной 30–35 мм и массой 300–600 мг зафиксировали 10%-ным непогашенным формалином. Промеры делали с интервалом 30 дней в течение трех месяцев. За первый месяц длина увеличилась на 11,4%, а потом уменьшилась на 1,8%. За все время эксперимента изменение длины составило 9,6%. Масса тела за первый месяц увеличилась на 20%, а за весь период – на 25,1%.

*Опыт № 5.* Материалом послужили сеголетки серебряного карася, пойманные в Култушном озере. Длина рыб колебалась в пределах 12–22 мм, масса – от 45 до 305 мг. Молодь фиксировали 70%-ным спиртом. Промеры делали через каждые 10 дней в течение 4-х месяцев. За весь период наблюдений длина уменьшилась в среднем на 2%, масса уменьшилась на 50,3%. Основные изменения прошли за 10 дней и составили 22,1%. Через 50 дней изменения параметров тела прекратились.

*Опыт № 6.* Мелких сеголетков серебряного карася из Култушного озера фиксировали 4%-ным раствором формалина, предварительно погашенного содой. Длина нефиксированных рыб составляла 26–41 мм, масса – 270–1825 мг. Промеры делали через каждые 10 дней в течение 4-х месяцев. В течение всего эксперимента длина тела не изменялась, масса увеличилась в среднем на 12,6%. Основные изменения прошли за 10 дней и составили 4,6%. Весь процесс закончился за 50 дней.

*Опыт № 7.* Сеголетки серебряного карася длиной 38–65 мм и массой 1,32–7,205 г были пойманы в одном из озер Усть-Камчатского района. Материал был зафиксирован в лаборатории 70%-ным спиртом. Промеры делали с интервалом в 10 дней в течение двух месяцев, после чего фиксирующий раствор заменили на свежий и продолжали наблюдения еще 2 месяца. За первые 2 месяца масса тела уменьшилась на 10,3%, за 4 месяца – на 24,5%. Длина тела в первые 2 месяца не изменялась, после замены раствора уменьшилась в среднем на 2%. Наибольшие изменения произошли в течение 10 дней после замены спирта.

*Опыт № 8.* Крупные караси длиной 27–29 см и массой 650–770 г были зафиксированы целиком в 4%-ном формалине, погашенном содой. Промеры делали еженедельно. Через 20 дней после начала эксперимента заменили фиксирующий раствор на свежий. В течение первых 20 дней длина увеличилась в среднем на 8%, масса увеличилась на 5,6%. После замены раствора масса в течение 10 дней увеличилась еще на 7%. За 90 дней средняя масса увеличилась на 15,2%.

Проведенный эксперимент показал, что при хранении в спирте масса тела уменьшается в среднем на 23–39,4%, длина тела уменьшается незначительно. При хранении рыб в растворе формалина различной концентрации масса тела увеличивается в пределах 12,6–22,3%. От видовой принадлежности рыбы указанные изменения не зависели. Увеличение длины тела в растворе формалина наблюдалось почти во всех случаях в среднем на 8% и зависело от размеров рыбы. У крупных карасей эти изменения были наиболее значительными.

#### Секция 4. ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ. СОСТОЯНИЕ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ

## ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ БАРЕНЦЕВА МОРЯ МЕТОДОМ БИОТЕСТИРОВАНИЯ

*Е.А. Горбачева (ПИНРО, Мурманск)*

*Представлены результаты биотестирования вытяжек из донных отложений Баренцева моря на морской золотистой водоросли *Phaeodactylum tricornutum* и личинках солоноватоводного рачка *Artemia salina**

Основными источниками загрязнения Баренцева моря являются транспорт загрязняющих веществ водами Северо-Атлантического течения, дальний атмосферный перенос, судоходство и хозяйственная деятельность на побережье.

Многочисленными исследованиями показано, что в районах, подверженных антропогенному воздействию присутствует целый комплекс загрязняющих веществ. Известно, что интегральная токсичность нескольких поллютантов за счет синергического эффекта может оказаться значительно выше, чем токсичность каждого из них или даже их арифметической суммы [1]. Использование методов биотестирования позволяет оценить негативное воздействие на тест-объекты всего комплекса загрязняющих веществ, присутствующих в воде или донных отложениях.

Материалом для исследования служили донные отложения, отобранные в рейсах научно-исследовательских судов в 2009-2010 гг. О токсичности донных отложений судили на основании биотестирования их водных вытяжек. При получении вытяжек каждую пробу донных отложений смешивали с морской водой из условно чистого района в объемном соотношении 1:4 и встряхивали в течение 2 ч. После смешивания суспензии давали отстояться 1 ч. Полученную надосадочную жидкость сливали и центрифугировали в течение 10 минут при скорости 4000 об/мин.

В качестве тест-объектов использовали морскую золотистую водоросль *Phaeodactylum tricornutum* и личинок солоноватоводного рачка *Artemia salina*. Изучение влияния вытяжек донных отложений на *A. salina* осуществляли по выживаемости их личинок. В соответствии с методикой [2], в чашки Петри, содержащие 40 мл чистой морской воды или исследуемого раствора, помещали по 20 личинок в возрасте до 1 сут и через каждые 24 ч подсчитывали выживших. Эксперимент проводили в течение 72 ч при температуре 20-22 °С, в трёх повторностях.

Культивирование водоросли *Ph. tricornutum* проводили на среде Гольдберга в модификации Кабановой, при освещенности 4000 лк и температуре 20-22°С. Постановку экспериментов осуществляли по общепринятой методике [2]. В опытах использовали 3-5 сут культуру водорослей, находившуюся в начальной фазе логарифмического роста. Исходная плотность клеток в опыте и контроле 20-30 тыс. кл/см<sup>3</sup>. Эксперименты проводили в двух повторностях. Регистрируемым показателем выбрали изменение численности *Ph. tricornutum*. Подсчет численности клеток водорослей проводили в камере Горяева каждые 24 ч. Продолжительность опытов 96 ч.

В результате проведенных исследований установлено присутствие токсичных для личинок *A. salina* донных отложений в прибрежных районах моря и в Центральном желобе (рис. 1). Токсичными для артемии оказались 23% исследованных проб донных отложений.

В прибрежье токсичные для личинок артемии донные отложения были отобраны в Западном Прибрежном районе (ст. 1, 5, 6), на Северо-Западном склоне Мурманской банки (ст. 2) и Мурманском мелководье (ст.10).

Наиболее токсичной оказалась вытяжка из донных отложений, отобранных на Мурманском мелководье. В неразведенной вытяжке ст.10 погибло 95%. При концентрации вытяжки в растворе 70% выживаемость рачков сохранялась на уровне контроля.

В вытяжках из донных отложений ст. 1 и 5 наибольшее количество погибших личинок артемии (47-48%) зафиксировали при концентрации 50%. С увеличением концентрации смертность рачков снижалась в неразведенной вытяжке ст. 1 до контрольного уровня, ст. 5 – до 35%. Не прослеживалось токсического действия на выживаемость личинок артемии при концентрации вытяжки ст. 1–10%, ст. 5–5%.

Отмеченное в экспериментах с вытяжками из донных отложений ст. 1 и 5 явление снижения

токсичности с увеличением концентрации яда получило в водной токсикологии название инверсии токсичности или парадоксального эффекта. Полагают, что в основе парадоксального эффекта могут лежать разные процессы. Возможно, он обусловлен целым рядом факторов, а именно характером химических превращений токсиканта, его накоплением в организме, хелатообразованием, разной чувствительностью ферментных систем к ингибиторам, образованием токсических полимеров, активностью репаративных систем, спецификой реагирования нервной системы и др. [3].

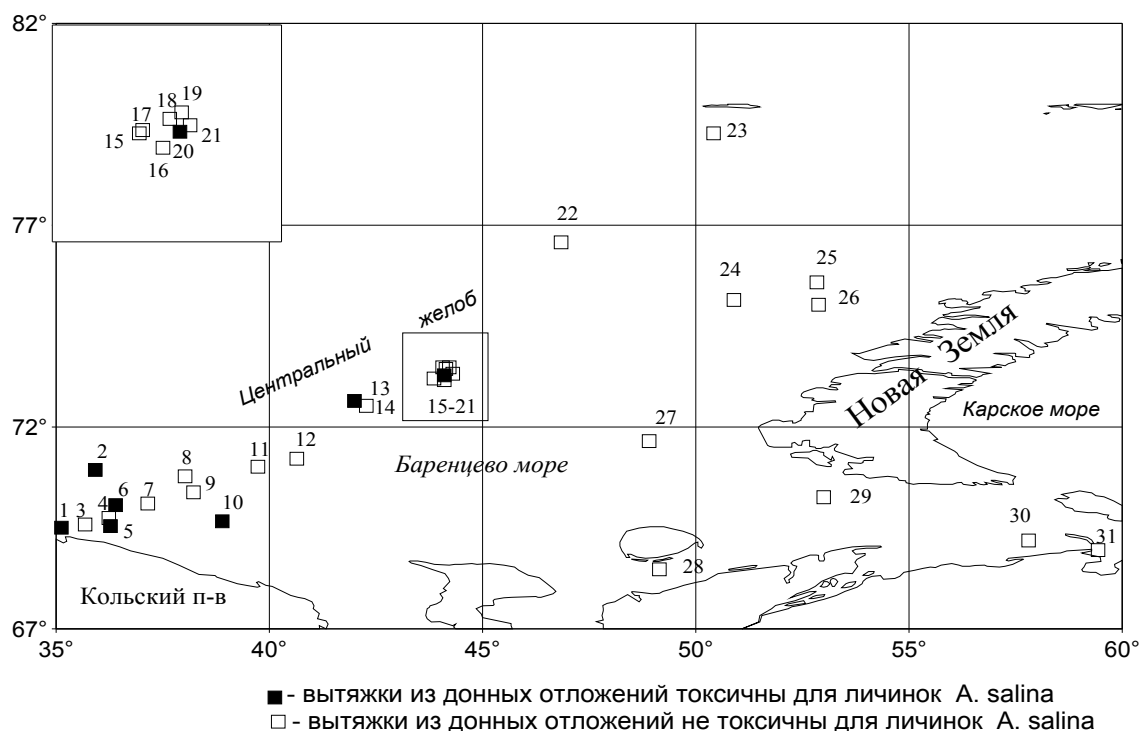


Рис.1 Результаты тестирования донных отложений Баренцева моря на личинках *A. salina*

Более низкой токсичностью обладала вытяжка, полученная из донных отложений ст. 6, где погибло 27% личинок *A. salina*. При разведении вытяжки в два раза смертность рачков снижалась до 22%. Не отмечали повышенной гибели рачков при концентрации вытяжки 10%.

Низким уровнем токсичности характеризовалась и вытяжка, полученная из донных отложений ст. 2. В неразведенной вытяжке гибель рачков составляла 20 % и снижалась до уровня контроля при концентрации 70%.

В районе Центрального желоба (ст. 12-21) токсичными оказались 2 из 10 исследованных проб донных отложений. Это донные отложения, отобранные на ст. 13 и 20. Уровень токсичности вытяжек низкий. В вытяжке из донных отложений ст. 13 повышенную гибель рачков (23%) зафиксировали при концентрациях 50%, причем при увеличении концентрации смертность рачков снижалась до уровня контроля (инверсия токсичности). В неразведенной вытяжке из донных отложений ст.20 погибло 32% личинок артемии, а при разведении вытяжки в два раза выживаемость рачков восстанавливалась до контрольного уровня.

Культура водоросли *Ph. tricornutum* менее чувствительна к загрязняющим веществам, присутствующим в донных отложениях Баренцева моря. Токсичные для *Ph. tricornutum* донные отложения отмечали на 1 из 29 исследованных станций (рис. 2).

Токсичные для *Ph. tricornutum* донные отложения отобраны на ст.3, располагавшейся в Западном Прибрежном районе, на незначительном удалении от берега. В неразведенной вытяжке подавление роста водорослей (численность не превышала 79% от контроля) наблюдали со 2 сут. эксперимента. При концентрации вытяжки 10-70% влияние на численность *Ph. tricornutum* не прослеживалось.

Чаще в вытяжках наблюдалось кратковременное снижение численности водорослей, которое в последующем сменялось восстановлением и даже стимуляцией роста культуры *Ph. tricornutum*. В таких случаях мы можем говорить о том, что водоросль *Ph. tricornutum* реагирует на присутствующие в среде загрязняющие вещества, но в состоянии приспособиться к изменяющимся условиям и нормально развиваться в течение времени, ограниченного длительностью эксперимента. Такие донные отложения токсичными для водоросли *Ph. tricornutum* не являются.

Кратковременное подавление роста водорослей зафиксировали в вытяжках, полученных из донных отложений Западного Прибрежного района (ст. 4, 6), Центрального желоба (ст.13, 19), Новоземельской банки (ст. 24) и Вайгачского района (ст.31).

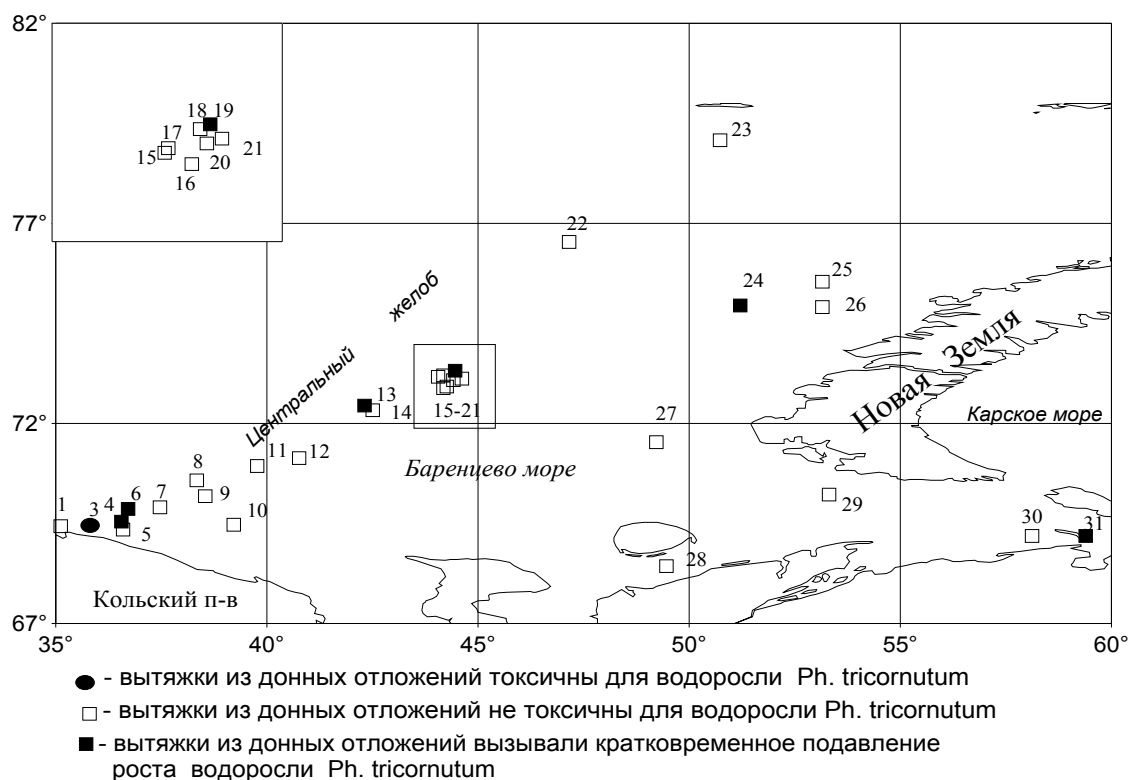


Рис.2 Результаты тестирования донных отложений Баренцева моря на водоросли *Ph. tricorutum*

Итак, станции, на которых отобраны токсичные для тест-объектов донные отложения, располагались в прибрежье (Западный Прибрежный район, Северо-Западный склон Мурманской банки, Мурманское мелководье) и в Центральном желобе Баренцева моря. Анализ результатов биотеста с использованием водоросли *Ph. tricorutum* позволил выделить участки с более значительным уровнем загрязнения в Вайгачском районе (прибрежье п-ва Варандей) и на Новоземельской банке (Западно-Новоземельский желоб).

Результаты тестирования вытяжек донных отложений на личинках артемии и водорослях, зачастую, не совпадали. Вытяжки, которые токсичны для ракообразных, не токсичны для водорослей и наоборот. Это объясняется низким уровнем загрязнения и различной чувствительностью тест-объектов к токсикантам, присутствующим в исследованных пробах донных отложений.

Зоны повышенного загрязнения, выделенные с использованием методов биотестирования, как правило, совпадают с ареалами более высокого накопления загрязняющих веществ в донных отложениях. Так в донных отложениях Центрального желоба зарегистрировали относительно высокое содержание нефтяных углеводородов, ПАУ, ПХБ, свинца, меди, кадмия, никеля, хрома, железа, цинка и мышьяка [1,4,5,6]. Здесь же был отмечен максимальный уровень хлорданов. Основную долю хлорданов (72%) составляет метаболит трансхлордан, присутствие которого отмечено практически только в отложениях Центрального желоба [6]. Исследование накопления загрязняющих веществ в донных средах позволяет отнести к зонам с наиболее ощутимым техногенным воздействием и южные прибрежные районы Баренцева моря [1]. Так, например, только в осадках Центрального желоба и Мурманского мелководья зарегистрировали дихлордан и дихлорхлордан. В районе Мурманского мелководья отмечали и максимумы концентраций ГХЦГ [6]. В прибрежье Кольского полуострова зафиксировали и участки с повышенным содержанием ПХБ в донных осадках [1]. Вместе с тем, необходимо отметить, что даже максимальные концентрации техногенных компонентов (тяжелых металлов, алифатических углеводородов, полихлорированных бифенилов) в донных отложениях Баренцева моря, как правило, не превышают фоновых уровней [1,7].

Формирование картины загрязнения в прибрежной зоне Баренцева моря происходит под воз-

действием несущих поллютанты вод Северо-Атлантического течения, материкового стока, атмосферного переноса и активного судоходства. В район Центрального желоба поллютанты поступают с водами Северо-Атлантического течения и в результате атмосферного переноса. Полагают, что переносимое Северо-Атлантическим течением загрязнение может концентрироваться на склонах Центрального желоба благодаря существованию здесь циклонического круговорота [8]. Транспорт токсикантов водами Северо-Атлантического течения и атмосферный перенос, вероятно, являются причиной более высокого загрязнения донных отложений Западно-Новоземельского желоба.

Сопоставление результатов биотестирования с данными химико-аналитических исследований не позволило выявить связь между токсичностью и содержанием отдельных загрязняющих веществ в донных отложениях. Как мы упоминали выше, интегральная токсичность загрязняющих веществ могла усиливаться за счет синергического эффекта. Кроме того, спектр загрязняющих веществ, поступающих в Баренцево море, очень широк и не исчерпывается токсикантами, которые были определены в результате проведенных химических анализов. Токсичность исследованных донных отложений могла быть обусловлена каким-либо поллютантом, содержание которого в образцах не изучалось.

Таким образом, результаты биотестирования показали низкий уровень загрязнения донных отложений Баренцева моря. Токсичные донные отложения зарегистрировали в прибрежье (Западный Прибрежный район, Северо-Западный склон Мурманской банки, Мурманское мелководье) и Центральном желобе. Наиболее чувствительны к загрязняющим веществам, присутствующим в исследованных пробах донных отложений оказались личинки *A. salina*.

### Литература

1. Гуревич В. И. Современный седиментогенез и геология Западно-Арктического шельфа Евразии. – М.: Научный мир, 2002. – 134 с.
2. Руководство по определению методом биотестирования токсичности вод, донных отложений, загрязняющих веществ и буровых растворов. – М.: РЭФИА, НИА – Природа, 2002. – 118 с.
3. Строганов Н. С. Краткий словарь терминов по водной токсикологии. – Ярославль: Изд-во Ярославского гос. ун-та, 1982. – 43 с.
4. Ильин Г. В., Щекатурина Т. Л., Петров В. С. Сравнительная характеристика углеводородного состава донных отложений южной части Баренцева моря // Океанология. – 1996. – Т. 36, № 5 – С. 787–792.
5. Ильин Г. В. Современные концентрации тяжелых металлов в компонентах морской среды как фоновый уровень мониторинга нефтегазовых разработок на шельфе Баренцева моря // Нефть и газ арктического шельфа – 2004: Материалы международной конференции. Мурманск, 17-19 ноября. – Мурманск: ММБИ КНЦ РАН, 2004. – С. 121–126.
6. Ильин Г. В. Распространение загрязняющих веществ в шельфовых морях Российской Арктики // Геология и геоэкология континентальных окраин Евразии. Выпуск 1. – М.: ГЕОС, 2009. – С. 124–161.
7. Современное состояние и тенденции изменения экосистемы Баренцева моря / Титов О. В., Лепесевич Ю. М., Педченко А. П. и др. // Нефть и газ арктического шельфа – 2006: Материалы международной конференции. Мурманск, 15-17 ноября. – Мурманск: ММБИ КНЦ РАН, 2006. – С. 269–271.
8. Новиков М. А., Жилин А. Ю. Загрязнение элементов экосистемы Баренцева моря нефтяными компонентами в районах освоения ШГКМ // Нефть и газ арктического шельфа – 2008: Материалы международной конференции. Мурманск, 12-14 ноября. – Мурманск: ММБИ КНЦ РАН, 2008. – С. 252–257.

## ЭЛЕКТРОННАЯ РЕЛЯЦИОННАЯ БАЗА ДАННЫХ ПО ЗАГРЯЗНЕНИЮ БАРЕНЦЕВА МОРЯ: СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ

*Д.М. Драганов, М.А. Новиков (ПИНРО, г. Мурманск)*

*Рассматриваются этапы проектирования базы данных по содержанию основных загрязняющих компонентов в Баренцевом море. Разработана общая структура базы данных, пользовательский интерфейс и интеграция с ГИС приложением.*

Для инвентаризации и эффективного анализа весьма значительного массива первичных данных по загрязнению ключевых компонентов экосистемы Баренцева моря назрела необходимость их организации в виде реляционной электронной базы данных. Решение этой задачи позволит существенно повысить эффективность управления ассоциированными данными, качество научных результатов и экспертных заключений в области адекватной оценки уровня загрязнения моря в текущий период и в ретроспективе.

*Структура базы данных.* Для информационного наполнения базы данных использованы экспедиционные материалы, собранные сотрудниками ПИНРО в Баренцевом море в рейсах научно исследовательских судов в период с 1999 по 2009 гг., и результаты их обработки в лабораторных условиях, где отражены количественные характеристики загрязняющих веществ в воде, донных осадках, ихтиофауне и водорослях-макрофитах.

На первом этапе создания базы данных была собрана информация о предметной области и составлено ее описание. На основе такого описания в процессе проектирования базы был определен следующий состав данных: сведения о судах отбирающих пробы, рейсовые и станционные данные, результаты количественного анализа уровней загрязнения, справочная информация о методе отбора и химического анализа проб, справочник видовых названий биологических объектов. Таким образом, в базе данных, с опорой на опыт предшествующих разработок ПИНРО [1], можно выделить три раздела – блока данных:

- рейсовые и станционные данные,
- результаты химического анализа,
- таблицы-справочники.

В соответствии с правилами нормализации баз данных [2] в каждом разделе было выделено соответствующее количество таблиц (Рисунок 1).

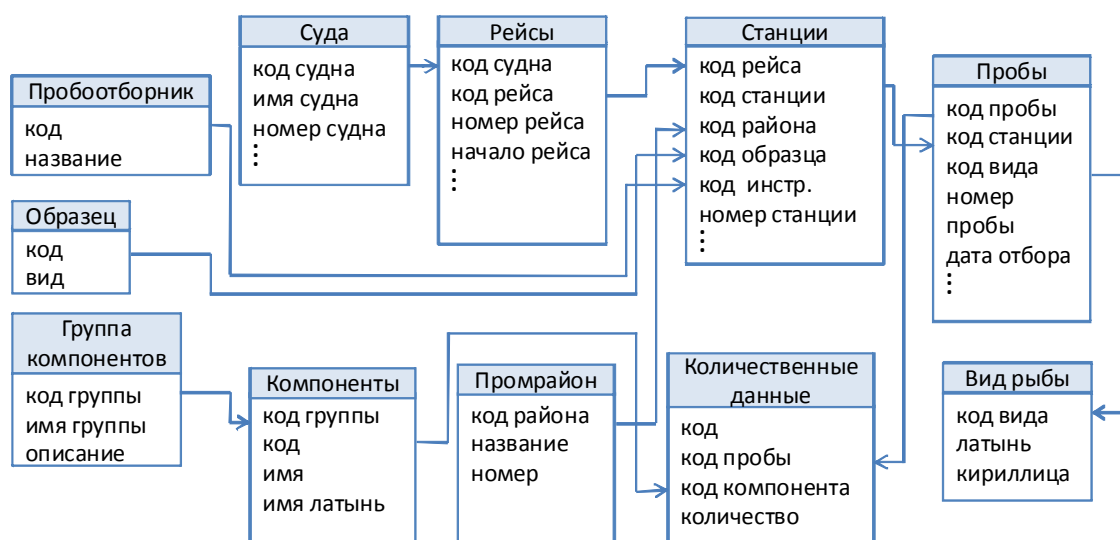


Рис. 1. Реляционная схема базы данных

Раздел рейсовых и станционных данных содержит 5 таблиц: «Суда», «Рейсы», «Станции», «Пробы». Все таблицы связаны между собой, а таблицы «Станции» и «Пробы» связаны также с разделом справочной информации и разделом результатов химического анализа. Таблицы «Суда» и «Рейсы» формируются на основании экспедиционной информации включающей имя и но-



мер судна, номер и сроки выполнения рейса. Таблица «Станции» помимо ключевых полей, обеспечивающих связь с другими таблицами, содержит данные о географических координатах и номере промыслового района, времени и глубине отбора пробы, способа и инструмента отбора. Если отбиралась ихтиофауна – информация о трале. На текущий момент мы располагаем данными по 962 станциям, расположенным на акваториях Баренцева, Норвежского и Карского море, выполненными в ходе 38 рейсов научно-исследовательских и научно-промысловых судов. Таблица «Пробы» содержит атрибутивную информацию о пробах, например, характер (тип) донных отложений, размерно-возрастные характеристики и таксономическую принадлежность организма, дату взятия и метод консервации. На сегодняшний день мы располагаем данными об уровнях загрязнения морской среды и биоты, полученными в результате анализа 1377 проб, среди них, результаты исследований 16 видов морских рыб.

Раздел результатов химического анализа содержит таблицу «Количественные данные», которая связана с таблицами «Пробы» и «Компоненты». Здесь представлена информация о концентрации основных загрязняющих веществ в водной среде, донных отложениях, а также ихтиофауне и макрофитах:

- макро- и микроэлементы (Cu, Zn, Ni, Cr, Mn, Pb, As, Co, Cd, Fe, Sr, Al, Ti, Si);
- алифатические углеводороды (*n*-парафины) C<sub>11</sub>–C<sub>30</sub>;
- полициклические ароматические углеводороды, 19 конгинеров – нафталин, 2-метилнафталин, 1-метилнафталин, аценафтилен, аценафтен, флуорен, фенантрен, антрацен, флуорантен, пирен, бенз(а)антрацен, хризен, бенз(б)флуорантен, бенз(к)флуорантен, бенз(а)пирен, перилен, индено(1,2,3-сд)пирен, дибенз(а,н)антрацен, бенз(г,н,и)перилен;
- хлорорганические пестициды ( $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\gamma$ -гексахлорциклогексан, гексахлорбензол, *цис*-, *транс*-хлордан, *транс*-нонахлор, ДДТ и его метаболиты);
- полихлорбифенилы (конгинеры с номерами по номенклатуре IUPAC: 28, 31, 52, 99, 101, 105, 118, 138, 153, 156, 180, 187).

Раздел справочной информации предназначен для выполнения первых трех правил нормализации базы данных – устранения избыточности и дублирования информации [2]. Здесь хранятся не подлежащие изменению или весьма редкому дополнению данные, а именно: виды пробоотборников, вид отбираемой пробы, список видов исследуемых рыб, номера и названия промысловых районов, таблица химических показателей.

Загрузка данных в базу. Хранение информации в базе данных организовано во многих связанных таблицах, где связь осуществляется посредством уникальных ключевых полей. Например, чтобы заполнить таблицу «Количественные данные», нужно знать коды ключевых полей таблиц: пробы и компоненты, в свою очередь, для заполнения таблицы пробы нужно знать код ключевого поля из таблицы станции. Аналогично для заполнения таблицы станций надо знать код рейса, а для рейса код судна.

При незначительном объеме данных ввод можно организовать посредством простой формы, где пользователь вручную заносит информацию. Нам же требовалось наполнить базу информацией за 10 лет, около 80000 записей в таблицу «Количественные данные», и обеспечить целостность связей между таблицами. Учитывая эту особенность, процесс загрузки данных был разбит на три этапа:

1. Импорт станционных данных во временную таблицу и посредством «Запроса на добавление» перенос информации в таблицу «Станции» с условием сохранения ссылок к связанным таблицам.
2. Импорт данных о пробе во временную таблицу и посредством «Запроса на добавление» перенос информации в таблицу «Пробы» с условием сохранения связи с таблицей «Станции».
3. Импорт результатов анализа проб во временную таблицу. Затем посредством «Запроса на добавление» перенос информации в таблицу «Количественные данные» и автоматическая установка связей с таблицей «Пробы» и таблицей «Компоненты».

Это позволило вносить данные в таблицу большими блоками, а также решена проблема сохранения разноуровневых связей, где отношения между таблицами определялись автоматически.

*Интерфейс пользователя базы данных.* Для создания базы использовалась программа *Microsoft Access*. База данных имеет стартовую форму, на которой пользователю предлагаются два варианта работы:

1. Редактирование и ввод новых данных. Здесь пользователь заносит результаты анализа проб, согласно рейсовым и станционным данным (судно на котором совершен отбор проб, номер рейса, номер станции и номер пробы). С помощью вызова модальных окон пользователь может также вводить рейсовые и станционные данные, при их отсутствии в базе данных, или редактировать и дополнять уже имеющиеся.

2. Поиск и просмотр информации. Для удобной работы с базой данных и легкого поиска необходимой информации созданы четыре формы, соответствующие видам исследуемых объектов.

В первой форме осуществляется поиск данных по содержанию загрязняющих веществ в мышцах и печени рыб. В качестве критерия для поиска пользователь может задать следующие параметры: временной период, вид рыбы, номер промыслового района, где была отобрана проба, выбор класса загрязняющих веществ. Отобранные данные извлекаются из разных таблиц базы и отображаются в двух перекрестных запросах расположенных в разных вкладках, где представлены результаты анализа и биологические характеристики пробы. В текстовом окне расположенном выше содержится информация о методе химического анализа проб и используемого для этой цели оборудования (рис. 2).

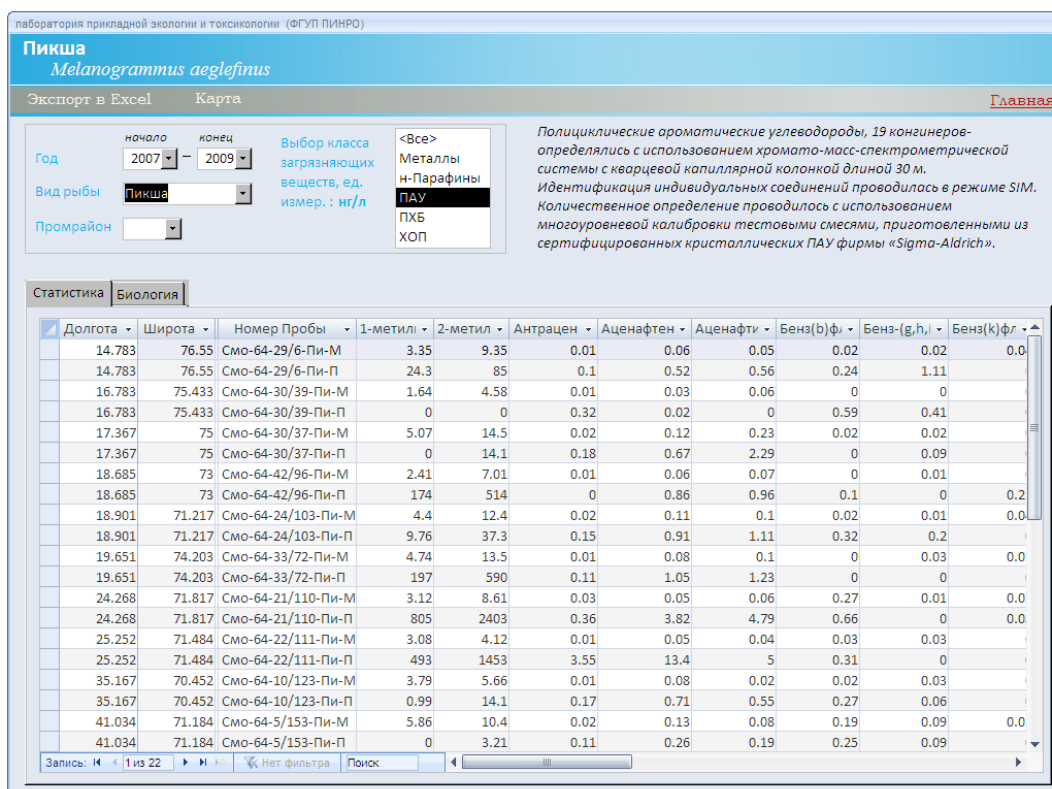


Рис. 2. Форма для поиска данных по содержанию основных загрязняющих компонентов в иктиофауне

Вторая, третья и четвертая формы предназначены для отбора данных по содержанию загрязняющих веществ в воде, донных осадках и макрофитах.

Во всех четырех формах имеется возможность экспортировать выбранные данные, представленные в перекрестном запросе, в программу *Excel*. Так как все анализируемые пробы содержат географические координаты, в вышеперечисленных формах реализована возможность пространственного отображения станций отбора проб. Для этой цели служит связанная с *Access* ГИС, где пользователь видит отобранные данные в виде точечного слоя на карте масштаба 1:1 00 000 и имеет необходимый набор инструментов для просмотра и подписи (рис. 3).

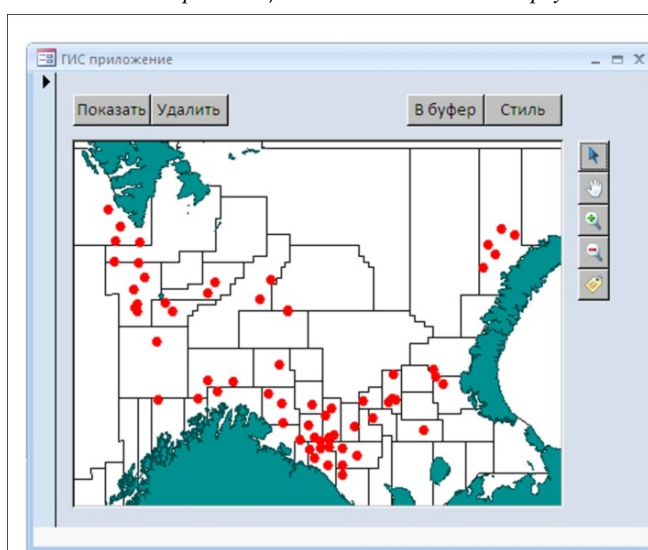


Рис. 3. Интегрированное в базу данных ГИС-приложение, иллюстрирующее пространственное расположение выбранных пользователем станций в формах поиска и просмотра

В ближайшей перспективе планирую-

ется дальнейшее совершенствование программного интерфейса для поиска данных и введение новых таблиц-справочников позволяющих получать более подробную информацию.

### Литература

1. Любин П.А. База бентосных данных Арктических морей // Информационные системы и WEB-Порталы по разнообразию видов и экосистем: Материалы межд. симпозиума. – М.: Товарищество научных изданий КМК, 2006. – С. 33–34.

2. Пушиников А. Ю. Введение в системы управления базами данных. Реляционная модель данных: Учебное пособие. В 2-х частях. – Уфа: Изд-во Башкирского ун-та, 1999. – Ч. 1. – 108 с. – Ч. 2. – 138 с.

УДК 504.4.054

## ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ УГЛЕВОДОРОДАМИ ВОДНЫХ МАСС БА-РЕНЦЕВА МОРЯ В РАЙОНАХ РЫБНОГО ПРОМЫСЛА

*А.Ю. Жилин, Л.И. Киреева, У.П. Багрянцева, Д.М. Драганов, А.М. Литовская  
(Полярный научно-исследовательский институт морского рыбного  
хозяйства и океанографии им. Н.М. Книповича (ПИНРО), г. Мурманск)*

*Представлены результаты определения концентрации алифатических углеводородов и полициклических ароматических углеводородов в воде Баренцева моря в районах рыбного промысла; их состав, особенности распределения, источники поступления, токсический эффект для гидробионтов*

Определение уровня углеводородного загрязнения является важной задачей при мониторинговых исследованиях открытых морских акваторий. В последнее время эта проблема стала особенно актуальна в связи с предстоящей разработкой морских нефтегазовых месторождений на шельфе арктических морей. ПИНРО проводит в Баренцевом море мониторинг загрязняющих веществ в объектах промысла и среде их обитания. Его программа предусматривает, в том числе, выполнение регулярных наблюдений за уровнем концентраций алифатических и полициклических ароматических углеводородов в воде, донных осадках и промысловых видах гидробионтов.

Углеводороды являются природной составляющей морской воды, так как они продуцируются организмами фито- и зоопланктона. Обычно в животных организмах преобладают *n*-алканы и изопреноиды, например, пристан и сквален, хотя в морских бактериях и водорослях могут быть широко представлены и ненасыщенные углеводороды [1]. Полициклические ароматические углеводороды (ПАУ) содержат в своем составе два или большее количество бензольных колец. Имеются три основных источника их формирования в окружающей среде: пиролиз органических материалов, генерация в органическом веществе осадочных пород и ископаемых топливах и биосинтез организмами [2]. ПАУ абсорбируются и аккумулируются морскими организмами из загрязненных водных масс, а их мониторинг в морской окружающей среде обусловлен канцерогенным и мутагенным воздействием [3].

Наиболее важные антропогенные источники поступления углеводородов нефти в морскую окружающую среду - их транспортировка и поверхностные стоки с побережья. Присутствие углеводородов в пробах морской воды не является само по себе признаком наличия загрязнения от урбанизированных, промышленных или нефтяных источников. Однако, высокие уровни содержания, особенно ароматических и высокомолекулярных алифатических углеводородов, зачастую являются показателем нефтяного загрязнения [4].

В работе использованы экспедиционные материалы, собранные сотрудниками ПИНРО в Баренцевом море в рейсах НИС «Фриггоф Нансен» в ноябре-декабре 2009 г. и в мае 2010 г. Исследования охватывали 22 рыбопромысловых района моря. Отбор, подготовка и химический анализ проб воды выполнен в соответствии с нормативными документами и методическими руководствами [5-7]. В составе *n*-парафинов определялись соединения C<sub>11</sub>–C<sub>30</sub>, а в составе ПАУ 16 индивидуальных соединений из списка Агентства по защите окружающей среды США, а также 2-метилнафталин, 1-метилнафталин и перилен. Всего проанализированы 52 пробы воды (поверхностный слой, придонный слой, слой скачка плотности). Исследованные пробы характе-

ризовали уровни загрязнения прибрежных мурманских и атлантических вод (рис. 1, 2).

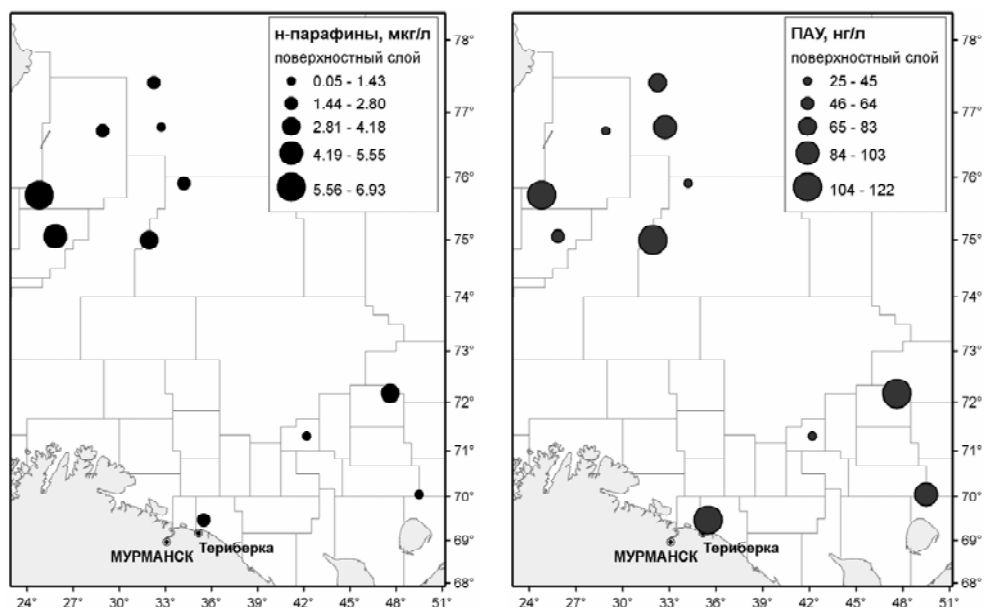


Рис. 1. Концентрация *n*-парафинов и ПАУ в поверхностном слое воды Баренцева моря в ноябре-декабре 2009 г.

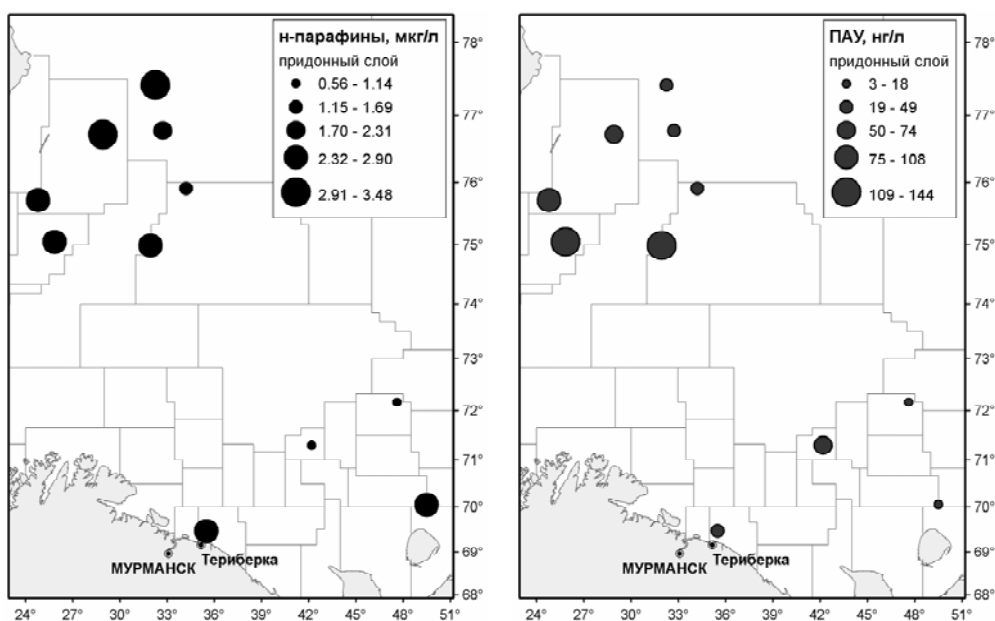


Рис. 2. Концентрация *n*-парафинов и ПАУ в придонном слое воды Баренцева моря в ноябре-декабре 2009 г.

Распределение суммарных концентраций *n*-парафинов и ПАУ в воде промышленных районов Баренцева моря представлены на рисунках 1-5. Средние концентрации алифатических углеводородов на исследованной акватории Баренцева моря в ноябре-декабре 2009 г. в поверхностном слое воды составили 2,66 мкг/л, в придонном слое – 2,25 мкг/л; в мае 2010 г. в поверхностном слое воды – 3,11 мкг/л, в придонном слое – 2,83 мкг/л, в слое скачка плотности – 2,86 мкг/л. Ни на одной из станций отбора проб концентрация алифатических углеводородов не превышала предельно допустимую концентрацию для нефтепродуктов в воде водоемов рыбохозяйственного значения (ПДК<sub>р/х</sub>) 50 мкг/л [8]. Одним из показателей природы алифатических углеводородов, растворенных в морской воде, служит отношение концентраций изопреноидов пристана и фитана. Относительно низкие значения этого коэффициента в исследованных пробах воды (0,2-0,9) характерны для углеводородов нефтяного происхождения, а для углеводородов биогенного происхождения величина этого соотношения всегда больше 1,5, что наблюдалось только на одной станции в слое скачка плотности в мае 2010 г. [9]. Углеводороды ароматической структуры обычно присутствуют в морской воде в очень малых

концентрациях. Рыбохозяйственные нормативы содержания ПАУ в морской воде отсутствуют, поэтому приблизительным ориентиром для оценки загрязнения относительно глобального фонового уровня может служить средняя концентрация ПАУ в морской воде чистых районов Антарктики - 20 нг/л [10].

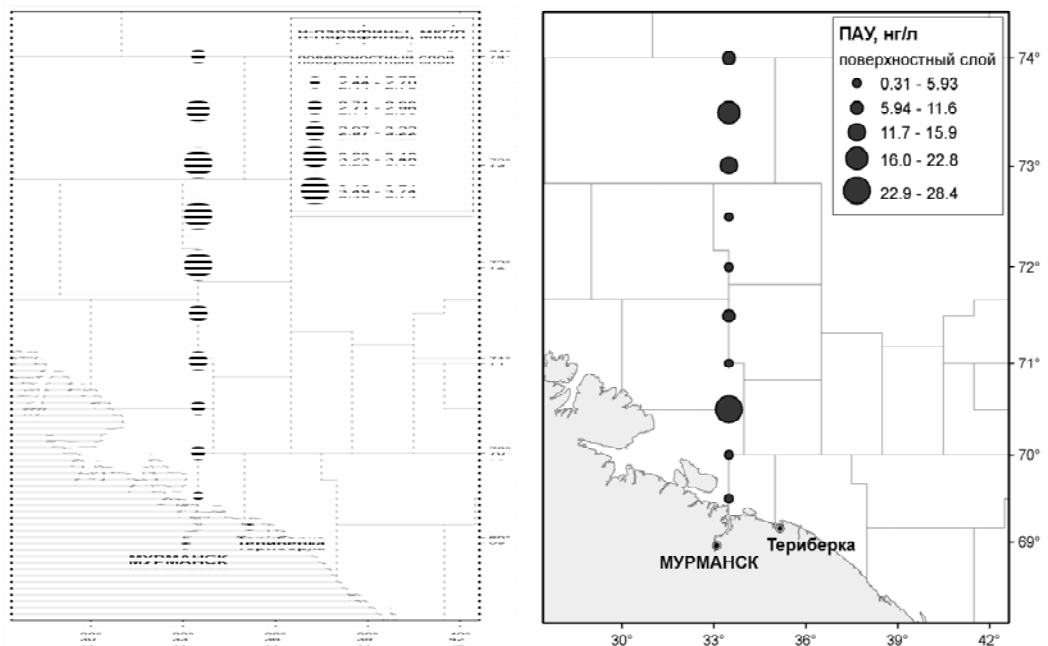


Рис. 3. Концентрация н-парафинов и ПАУ в поверхностном слое воды Баренцева моря в мае 2010 г.

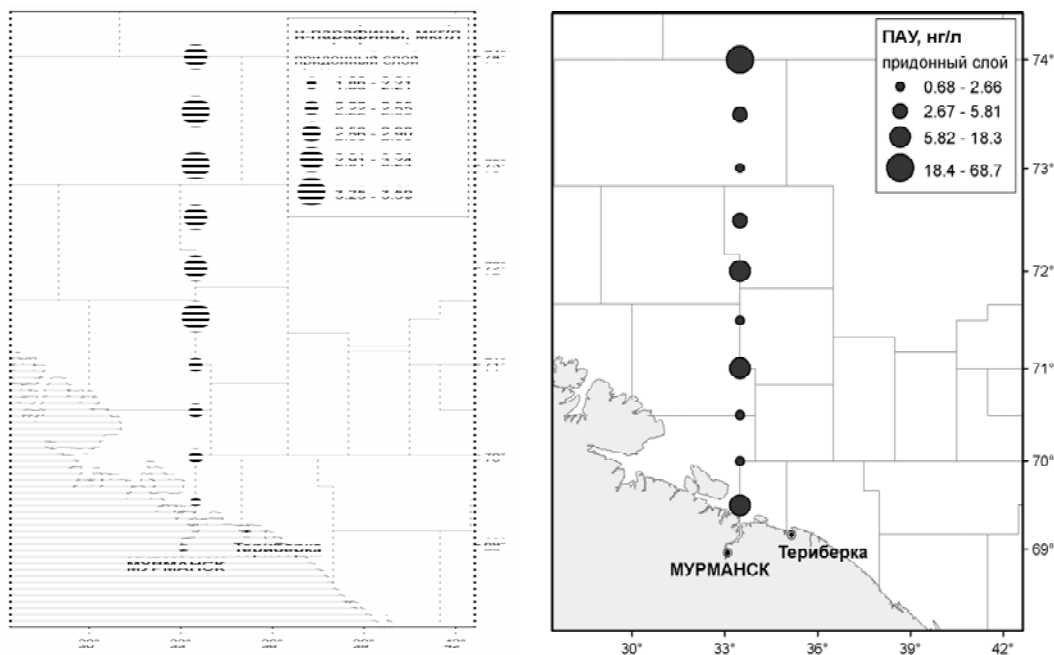


Рис. 4. Концентрация н-парафинов и ПАУ в придонном слое воды Баренцева моря в мае 2010 г.

Средние концентрации ПАУ на исследованной акватории Баренцева моря в ноябре-декабре 2009 г. в поверхностном слое воды составили 80,5 нг/л, в придонном слое – 54,8 нг/л; в мае 2010 г. в поверхностном слое воды – 9,15 нг/л, в придонном слое – 13,3 нг/л, в слое скачка плотности – 4,59 нг/л. Повышенное содержание ПАУ отмечалось на отдельных станциях в поверхностном слое атлантических водных масс в Шпицбергенско-Медвежинском районе в осенне-зимний период, а в придонном слое в весенний период в прибрежных мурманских водах (рис. 5).

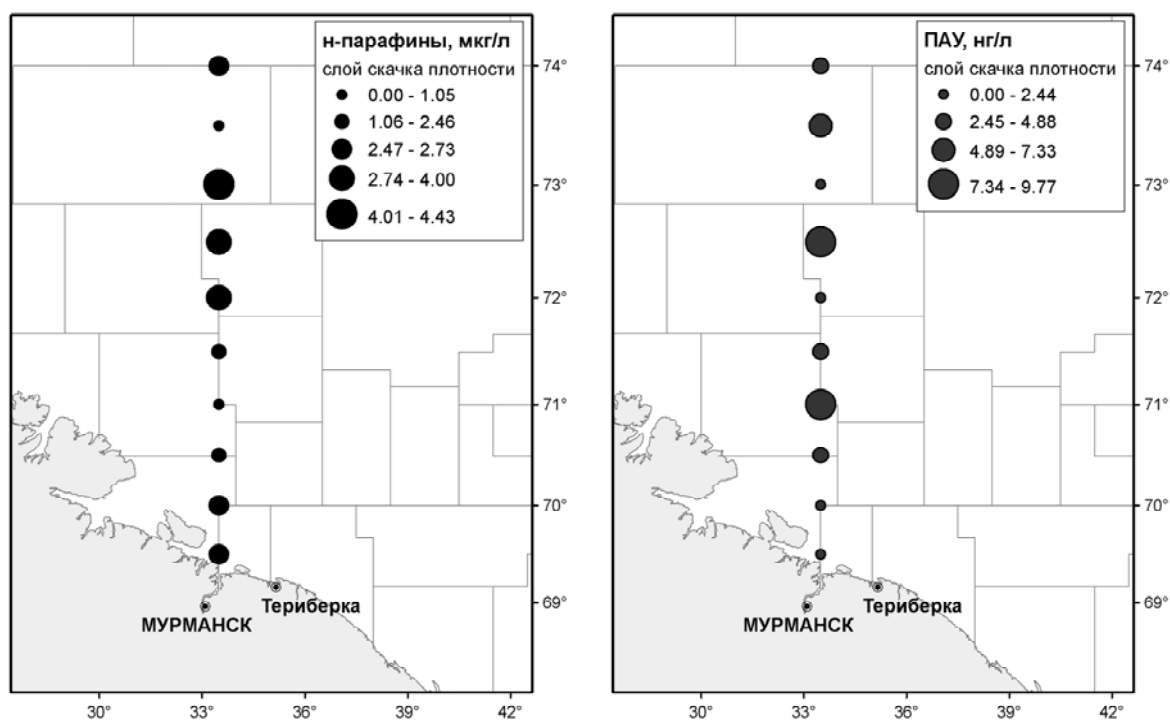


Рис. 5. Концентрация н-парафинов и ПАУ в слое скачка плотности воды Баренцева моря в мае 2010 г.

Некоторые незамещенные ПАУ, такие как бенз(а)антрацен, бенз(б)флуорантен, бенз(к)флуорантен, бенз(а)пирен, индено(1,2,3-сд)пирен, дибенз(а,һ)антрацен, и особенно их метаболиты, проявляют ярко выраженные канцерогенные свойства [11]. Максимальная суммарная концентрация канцерогенных ПАУ ( $\Sigma$ КПАУ) в исследованных пробах воды составила: в ноябре-декабре 2009 г. 1,84 нг/л в поверхностном слое и 1,77 нг/л в придонном слое воды; в мае 2010 года – 1,93 нг/л в поверхностном слое, 0,93 нг/л в придонном слое воды и 0,93 нг/л в слое скачка плотности воды.  $\Sigma$ КПАУ составляла в осенне-весенний период 2009–2010 гг. не более 16% от  $\Sigma$ ПАУ в различных горизонтах воды. Исключением была одна проба воды из поверхностного слоя на стандартном гидрологическом разрезе Кольский меридиан, где  $\Sigma$ КПАУ составила 52% от  $\Sigma$ ПАУ.

Согласно классификации качества окружающей среды для морских вод, принятой в Норвегии, воды промышленных районов Баренцева моря, исследованные в 2009 и 2010 гг. содержали  $\Sigma$ ПАУ и  $\Sigma$ КПАУ в количествах, не вызывающих каких-либо токсических эффектов в морских организмах при длительном воздействии и соответствовали по этому показателю благоприятному уровню [12].

В ноябре-декабре 2009 года в поверхностном слое воды Баренцева моря на большинстве станций из индивидуальных ПАУ преобладали нафталин и его метилированные производные, а также фенантрен, которые в сумме составляли 43-93 % от  $\Sigma$ ПАУ. В придонном слое воды доля нафталина, его производных и фенантрена также была велика - 47-92 % от  $\Sigma$ ПАУ. Аналогичная картина наблюдалась и в мае 2010 года. На большинстве станций из индивидуальных ПАУ преобладали нафталин, его метилированные производные и фенантрен, сумма которых достигала 84, 90 и 57 % от  $\Sigma$ ПАУ для поверхностного слоя, придонного слоя и слоя скачка плотности воды, соответственно. В четырех пробах воды поверхностного и придонного слоев, и в одной пробе воды, отобранной в слое скачке плотности, присутствие нафталина и его гомологов зафиксировано не было.

И в зимний и в весенний период наблюдений в водах Баренцева моря практически на всех станциях на уровне ниже предела обнаружения применяемого метода анализа находилась концентрация наиболее известного канцерогенного ПАУ - бенз(а)пирена, а в мае 2010 года не обнаружены и такие арены, как бенз(б)- и бенз(к)флуорантен. Значимой корреляции между величинами концентраций индивидуальных ПАУ в исследованных пробах воды не наблюдалось, что свидетельствовало об отсутствии постоянных локальных источников загрязнения в исследованных промышленных районах Баренцева моря.

ПАУ в водных массах Баренцева моря имели как пирогенное, так и петрогенное происхождение (отношение фенантрен/антрацен  $> 10$ ). Для всех исследованных проб воды как в ноябре-декабре 2009 года, так и в мае 2010 года величина отношения концентраций флуорантен/пирен  $> 1$ , что характерно для ПАУ пиролитического происхождения. В качестве еще одного критерия происхождения ПАУ в воде Баренцева моря можно использовать отношение суммы концентраций низкомолекулярных ПАУ ( $\Sigma$ НМС) к сумме концентраций высокомолекулярных ПАУ ( $\Sigma$ ВМС). Выбор этого индекса происхождения основан на том факте, что петрогенное загрязнение характеризуется господством низкомолекулярных аренов, в то время как высокомолекулярные ПАУ доминируют в загрязнениях, вызванных протеканием пиролитических процессов [13].

На всех станциях, кроме одной, в мае 2010 года, величина отношения  $\Sigma$ НМС/ $\Sigma$ ВМС  $> 1$ , что указывает на образование ПАУ в результате процессов медленного созревания в толще земной коры (компоненты каменноугольных смол, сырых нефтей).

Таким образом, в воде исследованных промысловых районов Баренцева моря доминировали алифатические углеводороды нефтяного происхождения, их концентрации не превышали утвержденный рыбохозяйственный норматив. Концентрации полициклических ароматических углеводородов находились на благоприятных уровнях, превышающих глобальные фоновые, но не вызывающих каких-либо токсических эффектов в морских организмах при длительном воздействии.

### Литература

1. *Kolattukudy P.E.* Biogenesis of non-isoprenoid aliphatic hydrocarbons. In *Sources, Effects and Sinks of Hydrocarbons in the Aquatic Environment*. American Institute of Biological Sciences, Washington, D.C.: Arlington, 1976. – P. 120–127.
2. *LaFlamme R.E. and Hites R.A.* The global distribution of polycyclic aromatic hydrocarbons in recent sediment. *Geochim. Cosmochim. Acta*. 1978. Vol. 42. – P. 289–303.
3. *Ровинский Ф.Я., Теплицкая Т.А., Алексеева Т.А.* Фоновый мониторинг полициклических ароматических углеводородов. Л.: Гидрометеоиздат, 1988. – 275 с.
4. *Hites R.A.* Sources of polycyclic aromatic hydrocarbons in the aquatic environment. In *Sources, Effects and Sinks of Hydrocarbons in the Aquatic Environment*. American Institute of Biological Sciences, Washington, D.C.: Arlington, 1976. – P. 325–332.
5. ГОСТ Р 51592-2000. Вода. Общие требования к отбору проб. М.: Изд-во стандартов, 2000.
6. ГОСТ Р 52406-2005. Вода. Определение нефтепродуктов методом газовой хроматографии.
7. МУК 4.1.663-97. Определение массовой концентрации органических соединений в воде методом хромато-масс-спектрометрии. Методические указания. (утв. Минздравом РФ 03.02.1997). М., Информационно-издательский центр Минздрава России, 1997.
8. Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения. Приказ Федерального Агентства по рыболовству от 18 января 2010 г. № 20. Зарегистрирован в Минюсте РФ 9 февраля 2010 г. № 16326. URL: <http://fish.gov.ru/lawbase/Documents/Изданные/100020a.pdf> (дата обращения 01.02.2011)
9. Химические процессы в экосистемах северных морей (гидрохимия, геохимия, нефтяное загрязнение) / Г.Г. Матишов, Л.Г. Павлова, Г.В. Ильин, Т.Л. Щекатурина, О.Г. Миронов, В.С. Петров. - Апатиты, 1997. – 404 с.
10. *Cripps G.C.* Baseline level of hydrocarbons in sea water of the Southern Ocean. *Natural Variability and regional patterns// Mar. Poll. Bull.* 1995. Vol. 30. No. 2. – P. 133–145.
11. *Conney A.H.* Induction of microsomal enzymes by foreign chemicals and carcinogenesis by polycyclic aromatic hydrocarbons // *Cancer. Res.* 1982. Vol. 42. – P. 4875–4917.
12. Veileder for klassifisering av miljøgifter i vann og sediment. Veiledning / T. Bakke, A. Oen, A. Kibsgaard, G. Breedveld, E. Eek, A. Helland, T. Källqvist, A. Ruus, K. Hylland// SFT Veiledning, 2007. TA-2229/2007. 12 pp. (In Norwegian).
13. *Soclo H.H., Garrigues Ph., Ewald M.* Origin of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAHs) in Coastal Marine Sediments: Case Studies in Cotonou (Benin) and Aquitaine (France) Areas // *Mar. Poll. Bull.* 2000. Vol. 40, No 5. – P. 387–396.

УДК 664.951

## ПРИРОДНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ АГАРОВОГО СЫРЬЯ В ПРИМОРЬЕ И ПРОБЛЕМЫ ЕГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

Л.В. Жильцова, В.Н. Кулепанов

Тихоокеанский научно-исследовательский рыбохозяйственный центр, Владивосток

В доперестроечный период водорослевая составляющая, включая агаровое производство, занимала должное место в рыбохозяйственном комплексе Приморья. В настоящее время при существующем природном потенциале агарового сырья и хорошей степени его изученности в крае производится лишь около 5 т агара в год.

Анфельция тобучинская *Ahnfeltia tobuchiensis* в морях российского Дальнего Востока является основным и уникальным (агар из нее на 80 % состоит из чистой агарозы) сырьем для производства агара, который применяется в пищевой, текстильной, микробиологической и других отраслях. Также как и анфельция складчатая *Ahnfeltia plicata* на Северном бассейне, она относится к стратегическому сырью, в связи с чем состояние ее запасов контролируется с 30-х годов прошлого столетия, а сырье не экспортируется [1].

Агароносная анфельция в заливе Петра Великого образует отдельные поля в проливе Старка, бухтах Перевозная, Баклан, Северная, Троицы, Ильмовая, Андреева и в прибрежье у горы Столовой (рис. 1).

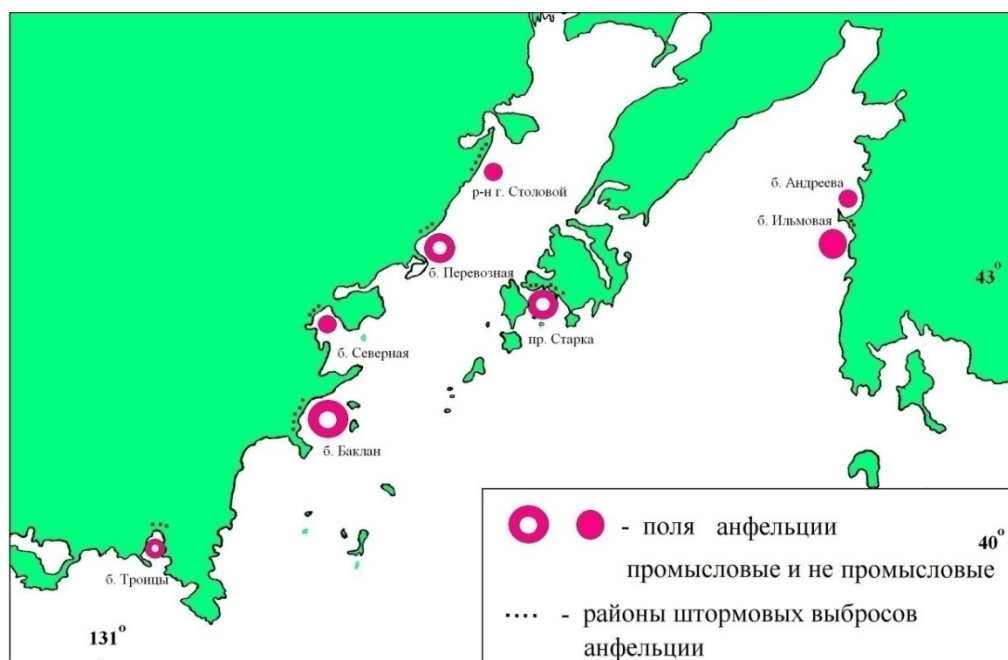


Рис. 1. Расположение полей анфельции в заливе Петра Великого

Существуют поля самостоятельно и независимо друг от друга, характеризуются более или менее активным ростом, вегетативным размножением и индивидуальными значениями площадей и запаса [2, 3, 4]. Причем, учитывая специфичность объекта, нельзя допустить сокращения ресурсов по каждому полю ниже среднеголетних уровней этих величин, поскольку устойчивость запаса снижается при малых значениях биомассы. Общий запас этого ресурса составляет порядка 65–75 тыс. т сырой массы и характеризуется как относительно стабильный с тенденцией к увеличению [5]. На основании текущего состояния и анализа среднеголетних уровней запаса и площадей поля пролива Старка, бухт Баклан, Перевозная, Троицы определены как промысловые. Причем, в бухте Троицы изъятие водорослей возможно только с микрополя (образовано частью живых водорослей, снесенных с основного поля). Наиболее крупным по ресурсу в последние годы является скопление анфельции в проливе Старка с запасом более 20 тыс. т (включая 2 микрополя). Поля анфельции (самые крупные по ресурсу в прошлом столетии) в бухтах Ильмовая и Андреева уже более 30 лет находятся в депрессивном состоянии из-за перелова и не эксплуатируются по причине низких значений запаса [6].

В целях рационального использования и сохранения ресурса на многие годы на каждое поле анфельции составляется промысловый кадастр, представляющий собой объектно-ориентированный



комплекс данных. В него включена информация о районе скопления анфельдии; распределении водорослей по отдельным зонам (продукционная, промысловая, предвыбросная); технологическая карта промысла (с исключением из облова участков скопления молоди трепанга и фитозагрязнений на поле анфельдии); характеристика состояния запаса с научным обоснованием допустимого вылова; рекомендации по срокам промысла с учетом сезонного содержания агара в водорослях и кратности заполнения предвыбросных зон анфельдией; карта расположения якорных стоянок и пирсов для промысловых судов; рекомендации по типу промысловых судов и орудий лова для конкретного района; рекомендации по технике лова и упаковке добытого сырья; карта-схема участков штормовых выбросов. Основной массив данных ежегодно пополняется, что позволяет выявить тенденцию в динамике основных характеристик поля и научно обосновать величину допустимого изъятия из конкретной единицы запаса в конкретном районе [7]. Эти сведения имеют большое научное и практическое значение, так как дают полное представление об объекте и его рациональном использовании. Однако, к сожалению, наличие и изученность природного потенциала агарового сырья в Приморье сегодня не являются основой для крупного производства агара и не способствуют степени экономической заинтересованности в этом уникальном ресурсе.

Промысел анфельдии в Приморье имеет богатую историю, в прошлом его основой являлись штормовые выбросы (при своевременном сборе являются полноценным сырьем), позднее – активная добыча. Максимальный вылов наблюдали в 50-60 гг. прошлого столетия (рис. 2).

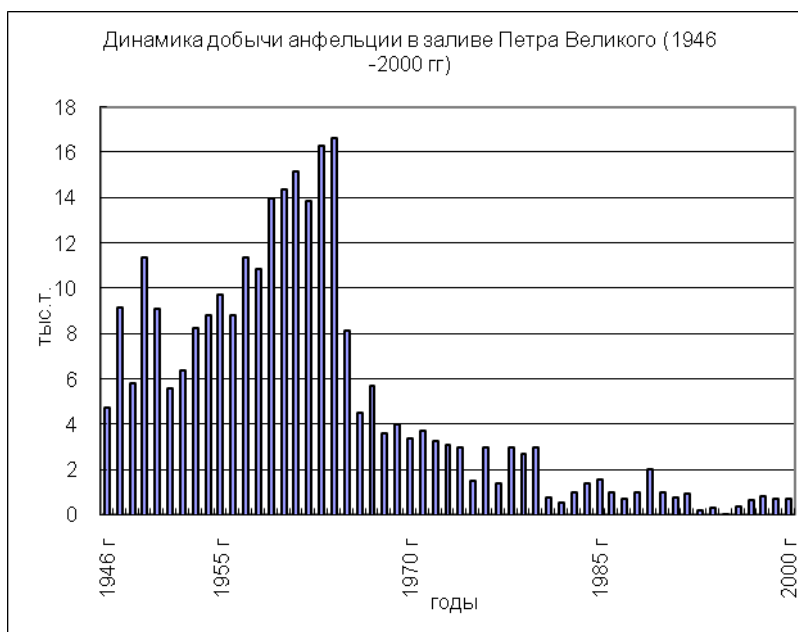


Рис. 2. Динамика добычи анфельдии в заливе Петра Великого

В настоящее время активная добыча при промысловой квоте 1,5 тыс. т (определяет стабильный, а не максимально возможный промысел) фактически сведена к нулю, а штормовые выбросы не квотируются, среднемноголетний объем их составляет порядка 2,0 тыс. т, используются не полностью [8]. Ежегодно только из этого сырья можно получать более 60 т агара, потребности в котором в России удовлетворяются за счет покупки менее качественного продукта за рубежом. При этом единственное функционирующее в Приморье агаровое предприятие ООО «Амарант-Плюс» (из-за отсутствия собственного флота и квоты) перерабатывает только штормовые выбросы) производит от 1 до 5 т агара в год и испытывает потребности в сырье.

В организации как промысла, так сбора штормовых выбросов анфельдии и переработки водорослей основная проблема на сегодняшний день заключается как раз не в отсутствии природного сырья и научного подхода к рациональному его использованию, а в дисбалансе между объемами сырья и финансовыми и техническими возможностями перерабатывающих предприятий. Отсутствие энергосберегающей технологии переработки, высокие транспортные расходы на доставку сырья к месту переработки и растущие тарифы снижают возможности восстановления и развития агарового комплекса и рационального использования ценного природного сырья.

#### Литература

1. Подкорытова А.В. Производство пищевого и микробиологического агара // Рыб. хоз-во.

– 2002.- № 6. – С. 56–57.

2. Гайл Г.И. Анфельдия в заливе Петра Великого // Вестн. ДВФАН СССР. 1936. № 20. С. 115–124.

3. Умудова Л.Л. Динамика запасов анфельдии в заливе Петра Великого (1975–1979 годы). // Промысловые водоросли и их использование: Сб. науч. трудов ВНИРО. М., 1981. С. 64–67.

4. Кулепанов В.Н., Дзизюров В.Д., Жильцова Л.В. Современное состояние полей *Ahnfeltia tobuchiensis* (Kanno et Matsubara) Mak. в заливе Петра Великого (Японское море) // Растительные ресурсы. Вып. 1, 1999. – С. 116–122.

5. Жильцова Л.В., Дзизюров В.Д., Галак И.И. Современное состояние промысла анфельдии тобучинской *Ahnfeltia tobuchiensis* (Kanno et Matsub.) Mak. в Приморье // Вопросы рыболовства. 2006. Т. 7 № 1 (25). – С. 126–136.

6. Планирование, организация и обеспечение исследований рыбных ресурсов дальневосточных морей России и северо-западной части Тихого океана. – Владивосток: ТИНРО-Центр, 2005. – 231 с.

7. Жильцова Л.В., Кулепанов В.Н. Промысловый кадастр на поле анфельдии (Японское море) // Матер. I (VII) междунар. конф. по водным макрофитам «Гидророботаника 2010»-Ярославль: «Принт Хаус», 2010. – С. 112–113.

8. Жильцова Л.В., Кулепанов В.Н. Штормовые выбросы анфельдии в заливе Петра Великого // Матер. междунар. науч.-практич. конф. Уссурийский залив: современное экологическое состояние, ресурсы и перспективы природопользования. – Владивосток: Изд-во Дальневост. ун-та, 2009. – С. 92–94.

УДК 664.951

## АНАЛИЗ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТИХООКЕАНСКОЙ ТРЕСКИ *GRADUS MACROCERHALUS* ПРИКАМЧАТСКИХ ВОД

*Д.Д. Крехнов (КамчатГТУ)*

*В статье обсуждаются объемы вылова тихоокеанской трески в прикамчатских водах, её запасы, а также проблемы отходов и потерь при обработке сырья.*

Тихоокеанская треска является одним из приоритетных ресурсов для современной дальневосточной рыбной промышленности. Первые упоминания о ней, как о потенциальном объекте прибрежного лова, встречаются еще в книге Вильгельма Стеллера, однако вплоть до 1850-х годов ее целенаправленный промысел отсутствовал.

Ареал обитания трески очень широк: занимает прибрежные воды всей северной части Тихого океана от западного побережья Кореи, острова Хонсю и южной Калифорнии на юге до островов Святого Лаврентия на севере. На этой огромной территории треска образует ряд локальных стад, приуроченных к акваториям со специфическими океанологическими и физико-географическими условиями. Наиболее многочислен этот вид в северной части Японского моря, у Курильских островов, в водах Камчатки: по западному берегу – районы Озерновский, Большерецкий, Кихчикинский, Ичинский; по восточному побережью особенно выделяются о-ва Командорские, о-ва Карагинский и Верхотурова, заливы Корфа и Олюторский, а также заливы от м. Лопатка к северу, в заливе Аляска (в западной части) и в водах Британской Колумбии. Обычно промысловые скопления располагаются на среднем и нижнем шельфе и в верхней части материкового склона. По вертикали распределение трески ограничивается глубиной 500–600 метров, но уже глубже 250–300 метров она встречается очень редко. Температурный диапазон обитания в соответствии с ареалом широкий и лежит в пределах от –1,5 до 18°C. Оптимальная температура обитания (за исключением самых южных окраин ареала) лежит в пределах от 0 до 4°C, в связи с чем у трески ярко выражены сезонные миграции [1].

Тихоокеанская треска — быстрорастущая и крупная рыба, достигает длины 115 см и массы 18 кг. В уловах преобладают рыбы длиной 50–80 см (около 80%) и массой от 2 до 5 кг. Максимальный возраст 15 лет, однако, такие особи встречаются редко. Основу уловов составляют рыбы в возрасте от 2 до 6 лет. Темп роста и предельный возраст самок больше, чем у самцов. Половой зрелости самки достигают при длине 55–85 см, самцы — 50–80 см, в возрасте 3–8 и 4–9 соответственно. Массовое половое созревание (50%) наблюдается при длине 70 см и возрасте 6 лет. Однако, в южных районах ареала половая зрелость наступает раньше при длине самок 40 см и возрасте 2–3 года. Плодовитость колеблется от 0,956 до 6,394 миллионов икринок

при длине самок 52-95см, в среднем составляет 2,685 миллионов. Нерест проходит в зимне-весенний период с января по май, с пиком в феврале-апреле.

В северных районах сроки нереста смещены к весне (март-апрель); в южных — к зиме (январь-февраль). Икра трески придонная, развивается над грунтом, где она находится во взвешенном состоянии. Инкубационный период длится от 8 до 20 дней, в зависимости от температуры воды. В северных районах для размножения треска отходит от берегов на материковый склон, в южных — нерестится в мелководной прибрежной зоне (табл. 1).

Таблица 1

Сроки и условия нереста трески дальневосточных морей [1]

Район нереста	Сроки нереста		Глубина, м
	Общий период	Массовый нерест	
Анадырский залив	Март-апрель	Март-апрель	170–250
Олюторский залив	Февраль-май	Март	160–230
Командорские острова	Январь-май	Февраль-март	–
Кроноцкий залив	Март-май	Февраль	175–225
Юго-восточная Камчатка	Март-май	Апрель	140–290
Западная Камчатка	Январь-апрель	Апрель	160–190
Западный Сахалин	Февраль-апрель	Февраль	80–120
Залив Петра Великого	Декабрь-январь	Март	100–150
ЮВ побережье Кореи	Декабрь-февраль	Январь	–
ЮВ побережье Хокайдо	–	Январь	20–30

Впервые промысел трески у берегов Камчатки был осуществлен японскими и американскими тресколовными шхунами еще в конце прошлого столетия. Русская рыбопромышленность совершенно не интересовалась вопросом лова трески и только после революции, уже с укреплением советской власти на Камчатке, её промысел начинает мало-помалу приобретать некоторое значение. По мере роста и укрепления государственных рыбопромышленных организаций происходит развертывание промысла трески по всей Камчатке. Годами начала трескового промысла надо считать 1926-1928 гг., после чего треска стала промышляться уже повсеместно и приобрела промысловое значение наряду с основными объектами дальневосточного рыболовства.

Таким образом, в северных районах, где прибрежные воды в зимний период сильно охлаждаются и температура воды понижается до отрицательных значений, треска на зимовку отходит на большие глубины, где затем происходит ее нерест. Треска этих районов — весеннерестующая. В промежуточных областях (юго-западный Сахалин) треска для нереста подходит ближе к берегу. В тепловодных районах, на юге ареала с охлаждением прибрежных вод треска для нереста подходит к береговой линии на малые глубины. Здесь треска — зимнерестующая. В целом сроки и места нереста увязываются с температурой воды. Треска в период нереста избегает как отрицательных, так и высоких положительных (выше 10°C) значений температуры. В результате температурный режим в значительной степени определяет ареал распространения, сезонные миграции, глубину и район обитания трески. Обычно треска встречается в районах с температурой воды у дна от -1,3 до +10°C. Оптимальными для обитания являются районы с температурой воды от 0 до 5°C [2].

Тихоокеанские воды Восточной Камчатки традиционно являются районом активного промысла трески. В целом, своего максимума тресковый промысел достиг в 1980-1990-е гг., когда за счет появления во второй половине 1970-х годов нескольких урожайных поколений трески произошло резкое увеличение ее численности и промысловой биомассы практически во всех районах Северной Пацифики, что сразу же отразилось на величине годовых уловов (табл. 2).

Таблица 2

Средний вылов трески у тихоокеанского берега Камчатки [2]

Год	Средний вылов, тонн/год
1930–1970	2,7–7,5 тыс.
1979	2,4 тыс.
1986	74,5 тыс.
1990	19,6 тыс.
2001	12,4 тыс.
2006	5,3 тыс.
2009	15,8 тыс.

У западного побережья Камчатки до 1985 г. значительную долю годового вылова составляли уловы среднетоннажного флота Северо-Курильской базы тралового флота в зимне-весенние месяцы и малотоннажного флота шести рыболовецких колхозов, расположенных на западном

побережье, в летне-осенний период. С конца 1980-х гг. промысел трески здесь начали вести ярусоловы (табл. 3).

Таблица 3

**Средний вылов трески у западного побережья Камчатки по десятилетиям с указанием исторических Максимумов [2]**

Год	Средний вылов, тонн/год
1930-е.	0,6 тыс.
1940–1960 ее.	1,7–1,9 тыс.
1960–1990 ее.	19,5 тыс.
1992	31,0 тыс.
1999	31,1 тыс.
2002	24,7 тыс.
2004	9,6 тыс.
2009	17,7 тыс.

Мониторинг запасов Западно-Беринговоморской трески осуществляется практически с момента ее активной промысловой эксплуатации — с 1968 г. (табл. 4).

Таблица 4

**Общая биомасса трески у восточного побережья Камчатки [2]**

Периоды проведения учетов, год	Общая биомасса, тыс. тонн
1990-1992, 1994-1996	243-344
1999, 2001, 2002, 2005	98-125
2008	до 330

Популяционный статус трески у западного побережья Камчатки в настоящее время достоверно не определен, и ее запас рассматривается как единый для данного района, который включает в себя две рыбопромысловые подзоны – Западно-Камчатскую и Камчатско-Курильскую.

Мониторинг запасов западнокамчатской трески был начат в начале 1980-х годов с выполнением учетных донных траловых съемок, материалы которых служат основой для оценки состояния запасов и прогнозирования ОДУ(табл. 5).

Таблица 5

**Общая биомасса трески у западного побережья Камчатки [2]**

Время проведения учетов, год	Общая биомасса, тыс. тонн
1980-е.	238,7
1991	378,4
1999	47,3
2000	33,5
2007	86,3
2009	41,5

Рассматривая динамику запасов трески в последние 2-3 десятилетия, следует отметить, что их уровень значительно варьирует в каждом из рыбопромысловых районов. Однако существуют и общие тенденции флуктуаций этой величины для всех районов. Максимальная величина запаса трески наблюдалась в начале 1970-х гг., середине 1980-х гг. и начале (середине) 1990-х гг. Затем последовал период снижения запасов. В последние годы положение стабилизировалось и можно говорить о некотором росте запасов трески.

Максимумы вылова трески в различных районах достаточно хорошо коррелируют по времени, хотя не всегда совпадают с высоким уровнем запасов. После пика уловов практически всегда наступает период снижения, такое положение имеет более глубокий и долговременный характер в тех районах, где период максимальных уловов приходится на средний и низкий уровень запасов [3].

Продукция из трески занимает приоритетное место как на отечественном рынке, так и на рынке зарубежных стран. Мясо трески содержит большое количество витаминов, а также макро- и микроэлементов (табл. 6) [4].

Таблица 6

**Пищевая ценность, содержание витаминов, макро- и микроэлементов в 100 гр. съедобной части [4]**

Пищевая ценность	Содержание	Витамины	Содержание	Макроэлементы	Содержание	Микроэлементы	Содержание

							жание
Калорийность	69 кКл	Витамин А	0,01 мг	Кальций	25 мг	Железо	0,5 мг
Белки	16 гр.	Витамин РР	2,3 мг	Магний	30 мг	Цинк	1,02 мг
Жиры	0,6 гр.	Витамин А (РЭ)	10 мкг	Натрий	55 мг	Йод	135 мг
Вода	82,1 гр.	Витамин В1 (тиамин)	0,09 мг	Калий	340 мг	Медь	150 мг
Насыщенные жирные кислоты	0,1 гр.	Витамин В2 (рибофлавин)	0,07 мг	Фосфор	210 мг	Марганец	0,08 мг
Холестерин	40 мг	Витамин В6 (пиридоксин)	0,2 мг	Хлор	165 мг	Хром	155 мг
Зола	1,3 гр.	Витамин В9	1,3 мкг	Сера	200 мг	Фтор	700 мг
		Витамин В12 (кобаламины)	1,6 мкг			Молибден	4 мг
		Витамин С	1 мг			Кобальт	30 мг
		Витамин Е (ТЭ)	0,9 мг			Никель	9 мг
		Витамин Н (биотин)	10 мкг				
		Витамин РР (Ниациновый эквивалент)	5,8 мг				

В настоящее время остро встает проблема отходов и потерь сырья при переработке рыбы. Исходя из норм отходов, потерь, выхода разделанной рыбы на все виды обработки можно сделать вывод, что наиболее малоотходным является вид разделки трески потрошенной с головой. В зависимости от района и сезона лова выход разделанной рыбы варьирует от 75,1% до 77,1% к массе промытой рыбы, поступившей на разделку. А всего отходов и потерь 22,9-24,9%. Больше всего отходов образуется при производстве филе без кожи 61,5-69% от общей массы промытой рыбы (табл. 7) [5].

Таблица 7

**Нормы отходов, потерь, выхода разделанной рыбы на все виды обработки (кроме консервов и пресервов), в процентах к массе промытой рыбы, поступившей на разделку [5]**

Наименование вида рыбы, характеристика сырья	Район и сезон лова	Виды разделки	Всего отходов и потерь	Выход разделанной рыбы
Треска дальневосточная, сырец	Берингово море, май-июнь	потрошенная с головой	22,9	77,1
		потрошенная обезглавленная	44,9	55,1
	Берингово море, август-сентябрь	потрошенная обезглавленная	41,5	58,5
		филе с кожей	56,3	43,7
		филе без кожи	61,5	38,5
		тушка спецразделки	52,7	47,3
	Охотское море, Камчатско-Курильская подзона, Северо-Курильская зона, январь-март	потрошенная с головой	24,9	75,1
		потрошенная обезглавленная (фигурный полукруглый срез)	46,3	53,7
		филе с кожей	63,8	36,2
		филе без кожи	69,0	31,0
	Охотское море, Камчатско-Курильская подзона, Северо-Курильская зона, август	потрошенная обезглавленная	46,9	53,1
		тушка спецразделки	47,1	52,9
		филе с кожей	56,3	43,7
филе без кожи		61,5	38,5	

Таким образом, видно, что динамика уловов и запасов трески обладает некой периодичностью. Периоды резкого увеличения биомассы трески прикамчатских вод приходятся на начало 1970-х, начало 1990-х и начало 1990-х годов. После максимальных уловов наблюдается период их снижения, который имеет более долговременный характер в местах уловов с низкими запасами. В 2000-х годах наблюдается увеличение запасов трески.

### Литература

1. Савин А. Б. Промысел тихоокеанской трески в Карагинской промысловой подзоне // Вопросы рыболовства, 2005. № 2. – С. 369–388
2. Полутов И. А. Авачинская треска *Gadus Morula Macrocephalus* (материалы по биологии, систематике и промыслу). КамчатНИРО, 2010. – 101 с.
3. Терентьев Д. А., Винников А. В., Золотов А. О., Сергеева Н. П. Промысел и многолетняя динамика запасов тихоокеанской трески *Gadus Macrocephalus* в прикамчатских водах. КамчатНИРО, 2010. – 116 с.
4. Структура потребления рыбных товаров // Рыбное хозяйство. – 1999. № 4. – С. 23 – 24

5. Единые нормы отходов, потерь, выхода готовой продукции и расхода сырья при производстве пищевой продукции из морских гидробионтов. Госкомитет РФ по рыболовству. 2002 г.

УДК 613

## ЗАБОЛЕВАНИЯ, ВЫЗВАННЫЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕМ ВОЗДУХА У ЖИТЕЛЕЙ Г. ПЕТРОПАВЛОВСКА-КАМЧАТСКОГО

*М.В. Кузьмина (КамчатГТУ)*

*В статье обсуждаются вопросы, связанные с влиянием загрязнения окружающей среды на здоровье населения, выявления основных видов заболеваний характерных для г. Петропавловска-Камчатского.*

Загрязнение окружающей среды - сложная и многоаспектная проблема. Однако, главным в современной её трактовке являются возможные неблагоприятные последствия для здоровья как настоящего, так и последующих поколений, ибо человек в ряде случаев уже нарушил и продолжает нарушать некоторые важные экологические процессы от которых зависит его существование. Оценка значимости загрязнения среды по биологическим ответам организма человека, по показателям здоровья более объективна, чем сопоставление концентраций отдельных загрязнителей с гигиеническими нормами, т.к. интегрально учитывает влияние всех, в том числе не идентифицированных, загрязнителей, их комплексное и комбинированное действие на организм человека.

Экологическая ситуация на большей части территории Российской Федерации условно удовлетворительная, а в некоторых районах даже острая экологическая обстановка. В неблагоприятной санитарно-гигиенической обстановке проживают 109 млн. человек, или 73% всего населения [1]. Серьезные эколого-гигиенические проблемы характерны и для Камчатского края [2]. В наибольшей степени загрязнение атмосферы сказывается на здоровье населения г. Петропавловска-Камчатского. В 2009 г. произошло уменьшение выбросов загрязняющих веществ в атмосферу Камчатского края. Суммарные (от передвижных и стационарных источников) выбросы уменьшились на 5,2 тыс. т к уровню 2008 г. и составили 87,8 тыс. т. Выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух от автотранспорта снизились на 3,2 тыс. т и составили 53,2 тыс. т (60,6% всех выбросов). В воздушный бассейн края в 2009 г. от всех стационарных источников загрязнения было выброшено 40,0 тыс. т загрязняющих веществ, из которых уловлено и обезврежено 5,4 тыс. тонн [2]. Структура населения г. Петропавловска-Камчатского представлена на рис. 1.

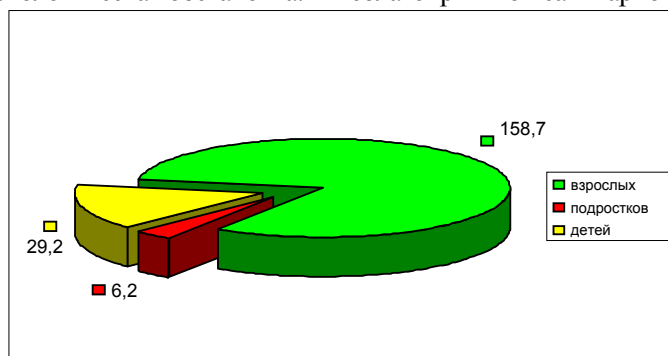


Рис. 1. Структура городского населения в г. Петропавловске-Камчатском

Нами проведен анализ данных медицинской статистики города Петропавловска-Камчатского, в котором были выявлены преимущественные виды заболеваний населения различных возрастов, связанных с загрязнением атмосферного воздуха [2, 3, 4, 5]. Такими заболеваниями являются: 1. Болезни органов дыхания (также новообразования рта носоглотки верхних, дыхательных путей бронхов, трахеи, легких и др.); 2. Болезни кожи и подкожной клетчатки; 3. Болезни системы кровообращения; 4. Болезни глаз. Выявление основных групп заболеваний и анализ их по группам возрастов показал, что дети до 14 лет в основном болеют заболеваниями кожи и подкожной клетчатки (рис. 2). Одним из примеров наиболее часто встречаемых кожных заболеваний, связанных с высоким уровнем загрязнения природной среды, является атопический дерматит.

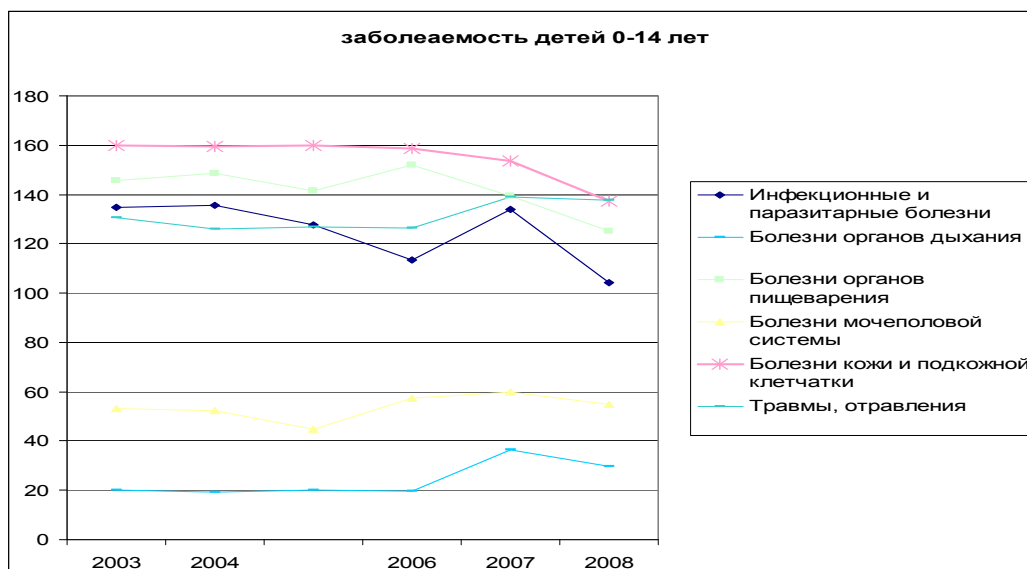


Рис. 2. Динамика заболеваемости детей 0-14 лет по классам болезней за период 2003–2008 гг.

Для Взрослого населения и населения подросткового возраста характерными заболеваниями, связанными с плохой экологической обстановкой в городе являются болезни органов дыхания, также кожи и подкожной клетчатки, болезни глаз и болезни системы кровообращения рис.3 [3, 4, 5].

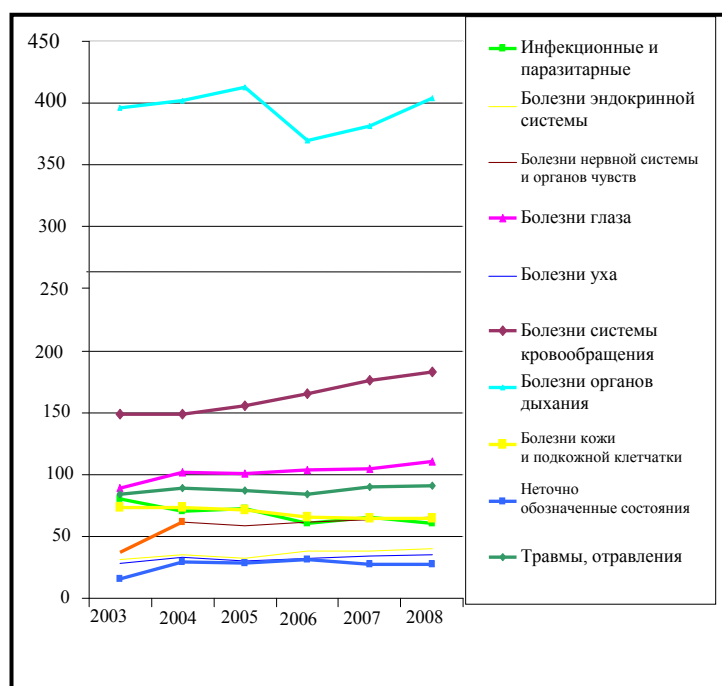


Рис. 3. Динамика заболеваемости взрослых 18 лет и старше по классам болезней за период 2003-2008 гг.

Это объясняется рядом причин. В первую очередь, дети подросткового возраста болеют чаще остальных заболеваниями органов дыхания именно потому, что, проводят большое количество времени на улице. Население же взрослого возраста болеет вследствие проведения достаточно большого количество времени в местах значительного скопления автотранспорта — являющийся одним из основных источников загрязнения атмосферного воздуха [6].

Автомобили – главный поставщик в наши легкие оксида углерода. Он препятствует абсорбированию кровью кислорода, что ослабляет мыслительные способности, замедляет рефлексы и в особых случаях может стать причиной потери сознания и смерти.

Кроме CO, с выбросами автотранспорта в атмосферу поступают порядка 15 других опасных веществ – ацетальдегид, бензол, 1,3-бутадиен, кадмий, никель, селен, цинк, медь, свинец, стирол, формальдегид, акролеин, ксилолы, толуол. Часть из них – так называемые тяжелые металлы. Они обладают способностью накапливаться в живых организмах, увеличивая свою концен-

трацию, что в конечном счете начинает представлять опасность для здоровья человека. Все эти опасные вещества оказывают негативное действие на выделенные выше группы заболеваний. Например, формальдегид оказывает раздражающее действие на зрительные бугры и сетчатку глаз, также вызывает раздражение верхних дыхательных путей и слизистых оболочек глаз [7]. Также на оболочки глаз и дыхательные пути оказывает отрицательное влияние повышение концентрации сероводорода.

На заболевания кожи и подкожной клетчатки, а также на кровеносные органы отрицательное воздействие оказывают ароматические углеводороды, к которым относится этилбензол. Вдыхаемый в больших количествах оксид углерода поступает в кровь, уменьшает приток кислорода к тканям, повышает количество сахара в крови, ослабляет подачу кислорода к сердцу. У здоровых людей этот эффект проявляется в уменьшении способности выносить физические нагрузки. У людей с хроническими болезнями сердца он может воздействовать на всю жизнедеятельность организма.

Взвешенные частицы при проникновении в органы дыхания человека приводят к нарушению системы дыхания и кровообращения, влияют как непосредственно на респираторный тракт, так и на другие органы за счет токсического действия входящих в состав частиц различных компонентов. Люди с хроническими нарушениями в легких, с сердечнососудистыми заболеваниями, с астмой, частыми простудными заболеваниями, пожилые и дети особенно чувствительны к влиянию мелких частиц диаметров менее 10 микрон, которые составляют обычно 40-70% от общего числа взвешенных частиц и диоксида серы [7].

Известно, что уровень загазованности магистралей и примаргистральных территорий зависит от интенсивности движения автомобилей, ширины и рельефа улицы, скорости ветра, доли грузового транспорта и автобусов в общем потоке и других факторов. Затруднено рассеивание выбросов автомобилей на тесных улицах, что является характерно для Петропавловска-Камчатского [6].

Для атмосферы характерна чрезвычайно высокая динамичность, обусловленная как быстрым перемещением воздушных масс в латеральном и вертикальном направлениях, так и высокими скоростями, разнообразием протекающих в ней физико-химических реакций. Атмосфера рассматривается сейчас как огромный «химический котел», который находится под воздействием многочисленных и изменчивых антропогенных и природных факторов. Газы и аэрозоли, выбрасываемые в атмосферу, характеризуются высокой реакционной способностью. Пыль и сажа, возникающие при сгорании топлива, лесных пожарах, сорбируют тяжелые металлы и радионуклиды и при осаждении на поверхность загрязняют обширные территории, проникают в организм человека.

В итоге практически все жители города испытывают на себе вредное влияние загрязнённого воздуха, что отрицательно сказывается на их здоровье, повреждая дыхательные пути, кожный покров, слизистую оболочку глаз и нарушая систему кровообращения.

### Литература

1. Беляев Е.Н. Роль СанЭпидСлужбы в обеспечении санитарно–эпидемиологического благополучия населения Российской Федерации. – М., 1996. – 416 с.
2. Статистический сборник «Камчатстат» / Ред. Корнилева С.С. – П-К., 2007. – 81 с.
3. Отчет о деятельности Министерства здравоохранения Камчатского края за 2009 год.
4. Отчет о деятельности Министерства здравоохранения Камчатского края за 2008 год.
5. Результаты и основные направления деятельности Министерства здравоохранения Камчатского края за 2009 год и на период 2010-2013 гг., 2010.
6. Луканин В.Н., Буслаев А.П., Трофименко Ю.В и др. Автотранспортные потоки и окружающая среда: Учебное пособие для вузов. – М.: ИНФРА-М, 1998 – 408 с.
7. <http://ecomagnitka.org/health/50-2010-06-25-05-03-37>



**ЗАКЛАДКА, РАЗВИТИЕ И СОЗРЕВАНИЕ СПОРОНОСНОЙ ТКАНИ  
У *SACCHARINA BONGARDIANA* (РНАЕОРНУТА, LAMINARIALES)  
В ПЕРИОД ОСЕННЕГО ПИКА РАЗМНОЖЕНИЯ  
У ЮГО-ВОСТОЧНОЙ КАМЧАТКИ**

*А.В. Куплинова (КамчатГТУ)*

*Обсуждаются процессы размножения массового промыслового вида ламинариевых водорослей Камчатки сахарины Бонгарда. Рассмотрены стадии развития органов её бесполого размножения – сорусов. Приведены данные по изменению содержания пластических веществ в спороносной и близлежащей стерильной тканях.*

Ламинариевые водоросли являются важнейшими продуцентами. В холодоумеренных районах Северного полушария они создают основной объем первичной продукции в верхних отделах шельфа и, образуя по всей ширине фитальной зоны обширные заросли, выполняют роль видов-эдификаторов [1]. Большинство ламинариевых относится к числу промысловых видов, и некоторые из них, главным образом виды рода сахарина, успешно культивируются.

Рациональное использование ресурсов ламинариевых и их искусственное выращивание требуют знания экологии, физиологии, биологии и стратегии развития промысловых видов. Особое место в изучении сахарин занимают исследования, направленные на выяснение особенностей воспроизводства и влияния на него факторов среды. Большое значение в таких исследованиях уделяется выявлению сезонных изменений в структуре тканей и клеток и содержании пластических веществ. В прикамчатских водах в сублиторальных сообществах макрофитобентоса наиболее распространенным видом является *Saccharina bongardiana*. У берегов юго-восточной Камчатки она является доминантным и субдоминантным видом сублиторальных сообществ, и в ряде районов встречается и в литоральной зоне шельфа [2, 3]. Изучение биологии развития данного вида в прикамчатских водах начало проводится сравнительно недавно, только с 90-х гг. прошлого века и к настоящему времени, благодаря усилиям камчатских альгологов, поэтому вопросу накоплен обширный материал.

Первые общие сведения о биологии развития, продолжительности жизни, возрастной изменчивости и ценотической роли *S. bongardiana* у юго-восточной Камчатки были опубликованы Н.Г. Ключковой и В.А. Березовской [3]. Они постепенно дополнились результатами исследований Т.Н. Королёвой [2] и А.Э. Кусиди [4]. Этими авторами были изучены сезонные изменения размерно-массовых характеристик и общего химического состава у разновозрастных генераций вида, распределение пластических веществ по пластине, введен показатель зрелости слоевищ – плотность внутренних тканей, прослежена размерно-возрастная структура популяций в различных географических условиях и ее изменения под воздействием экологических факторов.

Особенности морфо- и спорогенеза *S. bongardiana* были выявлены Л.Н. Саушкиной [5]. Она показала изменения её сезонной и возрастной морфологии, обусловленной процессами развития и размножения и их зависимость от различных по степени загрязнения мест произрастания. Ею также были установлены сроки и пики спороношения и показан вклад различных возрастных генераций в процесс размножения вида.

Все выше перечисленные исследования были проведены в большей степени на популяционно-видовом и организменном уровнях. Основой акцент в них делался на изучение морфологии растений. Сезонные и возрастные изменения морфологии, безусловно, сопровождаются изменением анатомии ламинарии, однако до сих пор изучение этого массового промыслового вида на тканевом и клеточном уровнях оставалось без должного внимания. До настоящего времени остался не изученным процесс формирования спороносного пятна и стадий его развития от закладки фертильных тканей до выхода зооспор. Изучению именно этих процессов посвящена настоящая работа.

Все растения для исследований были взяты в б. Спасения (юго-восточная Камчатка). Она подвержена незначительному антропогенному воздействию, хотя на физиологическом состоянии изучаемого вида загрязнение заметным образом не сказывается. Отметим, что эта бухта камчатскими альгологами считается чистым районом и при изучении влияния на водоросли антропогенного загрязнения именно из нее, как с чистого полигона берутся пробы [1, 2, 5].

Сбор *S. bongardiana* осуществляли в сентябре и октябре, в период осеннего пика её размножения. Камеральную обработку производили в научно-исследовательской лаборатории КамчатГТУ «Морские биоресурсы».

Для изучения особенностей развития спороносной ткани отбирали образцы 2-го года жизни. Далее среди них было выбрано наиболее типичное растение с крупным в разной степени созревшим сорусом спорангиев. Все участки пластины, подвергшиеся микроскопическому исследованию, были взяты у фертильного пятна, сформировавшегося только на одной из сторон пластины (рис. 1, а). Высечки слоевища 1 см x 1 см вдоль спороносного пятна делали лезвием безопасной бритвы через каждые 2 см (рис. 1, б). Затем для каждой высечки определяли массу и толщину для дальнейшего вычисления характеристик плотности внутренних тканей. Для получения сравнительных данных по плотности соседних стерильных тканей напротив фертильных высечек был сделан второй ряд высечек, таких же размеров. Далее их также измеряли и взвешивали, производили аналогичные измерения. Таким образом, для исследования были взяты два ряда высечек. Все они были пронумерованы, при этом высечки из фертильного ряда обозначили – f, стерильного – s (рис. 1, в).

Из каждой высечки делали постоянные желатин-глицериновые препараты. Анатомическое изучение поперечных срезов водоросли производили на микроскопе Olympus BX 40. При составлении таблиц и графиков абсолютные величины переводили в относительные, при этом за 100% принимали их максимальное значение изучаемой характеристики.

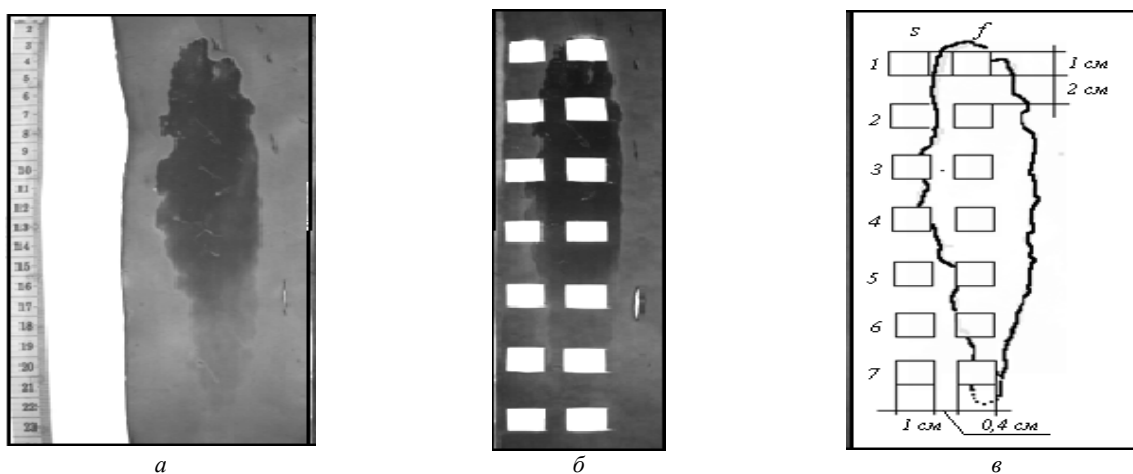


Рис. 1 – Схема отбора высечек для микроскопического исследования: а – общий вид спороносного пятна, б – высечки вдоль спороносного пятна, в – нумерация высечек

Ламинариевые водоросли характеризуются наиболее сложным анатомическим строением таллома, чем все другие бурые водоросли. Обзор литературных данных [2, 5, 6] и собственные изучения под микроскопом поперечных срезов слоевищ показывают, что пластина *S. bongardiana* состоит из четырех слоёв (рис. 2). Самый наружный слой – меристодерма, – представляет собой 1-2 ряда сильно окрашенных округло-квадратных или округло-прямоугольных клеток. Её наружная поверхность покрыта фито-кутикулой, состоящей из параллельных слоёв плотной слизи. Меристодерму подстилает кора, клетки которой также интенсивно окрашены, но более крупные по сравнению с первой. По направлению к центру кора плавно переходит в промежуточный слой. Его бесцветные клетки сильно вытянуты вдоль продольной оси пластины. От них в центральную часть антиклинально отходят клеточные нити, формируя тем самым сердцевину, или иначе медулу. Внутренняя ее часть более или менее рыхлая и состоит из ситовидных и гифальных нитей. Такая сложная дифференциация клеток слоевища водоросли обусловлена спецификой выполняемых ими функций.

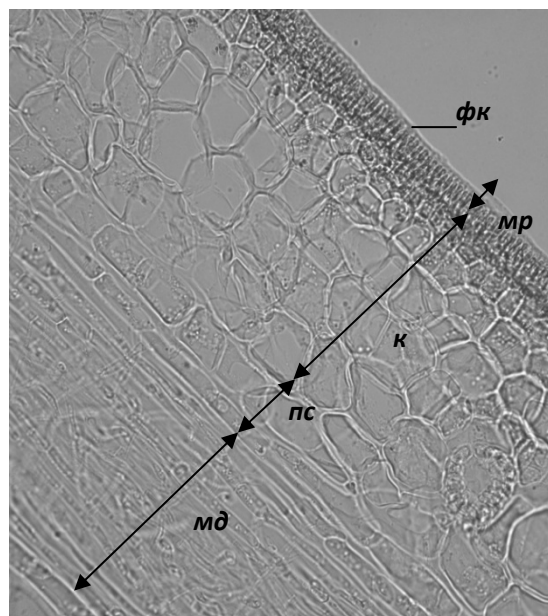


Рис. 2 – Анатомическое строение поперечного среза пластины *S. bongardiana* (fk – фитокутикула, mr – меристодерма, к – кора, ps – промежуточный слой, md – медула)

С помощью анатомического изучения поперечных срезов спороносного пятна удалось проследить процесс развития фертильной ткани у изучаемого вида. Происходит он следующим образом. В начале клетки меристодермы (рис. 3, а) вытягиваются перпендикулярно поверхности пластины и образуют палисадный ряд инициалей парафиз и зооспорангиев (рис. 3, б). Внешне такие изменения в структуре пластины не заметны. Поскольку парафизы выполняют защитную функцию, они имеют опережающий рост, после того как у них появляются слизистые колпачки начинается развитие одногнездных спорангиев (рис. 3, в). Спороносная ткань на этой стадии спорогенеза уже заметна на просвет, но сорус еще не имеет четко очерченных границ. На следующей стадии его развития следует формирование слизистых колпачков парафиз, рост и развитие содержимого спорангиев. На завершающей стадии спорогенеза зрелая фертильная ткань состоит из слоя парафиз, у которых слизистые колпачки составляют около половины размера самой клетки, и вдвое меньшего слоя округло-цилиндрических спорангиев. На слоевище зрелые сорусы хорошо различимы. Они имеют четко очерченные границы, более темный цвет и заметно возвышаются над поверхностью пластины.

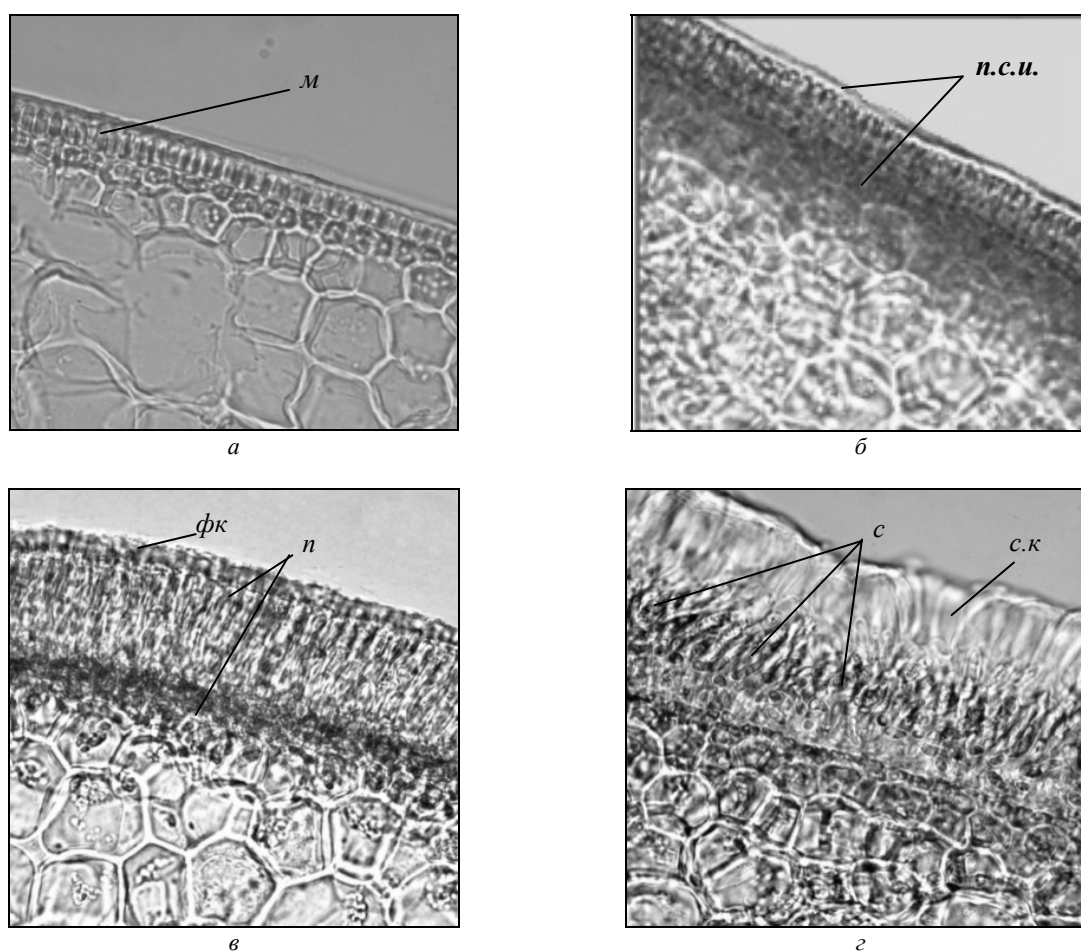


Рис. 3 – Развитие спороносной ткани у *Saccharina bongardiana*:

а – участок стерильной ткани; б – закладка спороносной ткани; в – рост парафиз; г – зрелая спороносная ткань (м – меристодерма, п.с.и. – палисадный слой инициалей, фк – фитокутикула, п – слой парафиз, с – спорангии, с.к. – слизистые колпачки парафиз)

Образованию спороносной ткани предшествует перераспределение пластических веществ по пластине водоросли и их накопление [2]. В месте формирования соруса косвенно проследить распределение пластических веществ по таллосу можно с помощью показателя плотности внутренних тканей.

С помощью сравнительного анализа изменений плотности внутренних тканей (рис. 4, а) исследуемых образцов пластины были получены следующие результаты. Во-первых, плотность внутренних тканей изменяется на протяжении всего соруса: от стадий его закладки (86%) до зрелой фертильной ткани (96%) и её значения колеблются в пределах 10%. Во-вторых, плотность спороносных участков ниже, чем стерильных. И, в-третьих, между значениями показателя плотности стерильного и фертильного рядов имеется определенная зависимость. Всё это свиде-

тельствует о том, что развивающиеся спороносная ткань интенсивно использует пластические вещества, которые поставляет окружающая, формирующейся сорус, стерильная часть пластины.

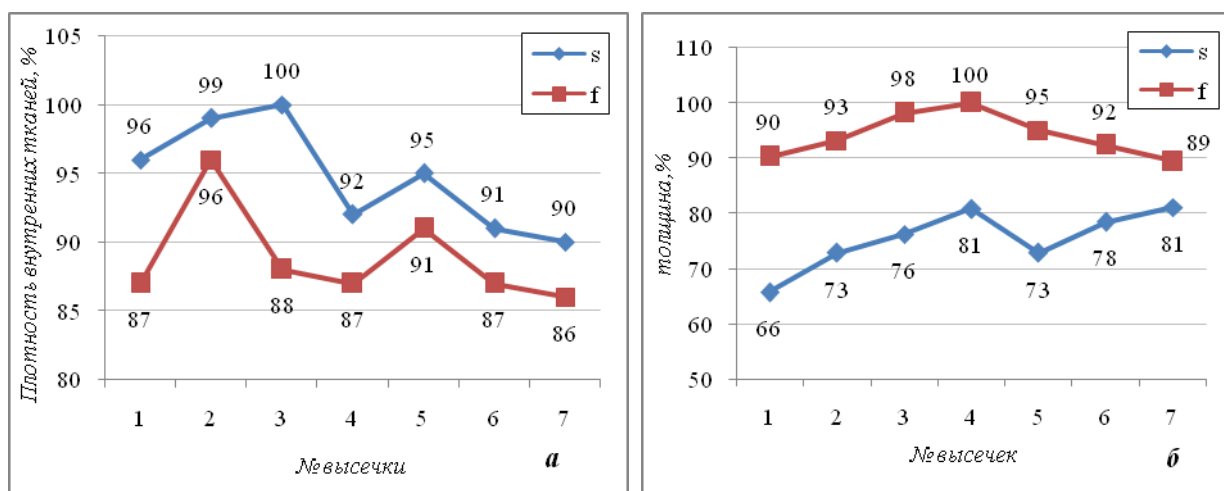


Рис. 4 Изменение плотности внутренних тканей (а) и толщины (б) стерильных и фертильных участков в относительных величинах

Сравнительный анализ изменений толщины участков фертильной и стерильной ткани позволяет сделать следующие выводы. Значение толщины спороносных участков изменяется от 89% до 100%. При этом толщина достигает максимального значения в высечке № 4, как показывают поперечные срезы, в этом участке пластины спороносная ткань достигает зрелого состояния. Затем величина падает, что, вероятно, можно объяснить постепенным выходом зооспор.

Как известно, один из пиков процесса спорообразования *S. bongardiana* приурочен к осеннему времени. Образование фертильной ткани у водоросли идет в нижней части таллома [5].

Наши исследования показали что, хотя линейный рост пластины в длину в сентябре приостанавливается, одновременно с продвижением зрелой спороносной ткани по градиенту созревания к апикальной части пластины, происходит процесс дозакладки сорусов, направленный к основанию таллома (рис. 1). Такое постепенное формирование генеративных тканей в последующем обеспечивает плавный последовательный выход зооспор.

Для получения более точных выводов проведенных исследований недостаточно. Необходимо наиболее полно проследить процессы образования, развития и созревания фертильной ткани и связанное с ними перераспределение пластических веществ у разных возрастных групп сахарины Бонгарда.

## Литература

1. Клочкова Н. Г., Березовская В. А. Макрофитобентос Авачинской губы и его антропогенная деструкция. – Владивосток: Дальнаука, 2001. – 208 с.
2. Королева Т.Н. Развитие бурой водоросли *Laminaria bongardiana* P. et R. в прикамчатских водах // Автореф. дис. ... канд. биологических наук. – М.:, 2004. – 25 с.
3. Кусиди А.Э. Биология развития некоторых видов рода *Laminaria* в прикамчатских водах // Автореф. дис. ... канд. биологических наук. – Петропавловск-Камчатский, 2007. – 24 с.
4. Клочкова Н.Г., Березовская В.А. Водоросли камчатского шельфа. Распространение, биология, химический состав. – Владивосток: Дальнаука, 1997. – 154 с.
5. Саушкина Л.Н. Особенности морфологии бурой водоросли *Laminaria bongardiana* P. et R., связанные с ростом, размножением и условиями обитания // Автореф. дис. ... канд. биологических наук. – Петропавловск-Камчатский, 2006. – 25 с.
6. Камнев А.Н. Структура и функции бурых водорослей. – М.: МГУ, 1989. – 198 с.

## УГЛЕВОДОРОДЫ В ДОННЫХ ОСАДКАХ БАРЕНЦЕВА МОРЯ ВДОЛЬ ПЛАНИРУЕМОЙ ТРАССЫ ТРУБОПРОВОДА ШТОКМАНОВСКОЕ ГКМ – ВОСТОЧНЫЙ МУРМАН

*А.М. Литовская, А.Ю. Жилин, Л.И. Киреева, У.П. Багрянцева  
(Полярный научно-исследовательский институт морского рыбного хозяйства  
и океанографии им. Н.М. Книповича (ПИНРО), г. Мурманск)*

*Представлены результаты определения содержания алифатических и полициклических ароматических углеводородов в донных осадках Баренцева моря вдоль планируемой трассы трубопровода Штокмановское ГКМ – Восточный Мурман; обсуждается их состав, особенности распределения и источники поступления*

ПИНРО регулярно проводит в Баренцевом море мониторинг загрязнения водных биологических ресурсов и среды их обитания. Его программа предусматривает, в том числе, выполнение наблюдений за уровнем содержания алифатических углеводородов (*n*-парафинов) и полициклических ароматических углеводородов (ПАУ) в воде, донных осадках и промысловых видах гидробионтов. Высокие уровни содержания ПАУ и высокомолекулярных алканов в объектах морской среды, зачастую являются показателем нефтяного загрязнения [1]. Мониторинг ПАУ в морской окружающей среде обусловлен их канцерогенным и мутагенным воздействием [2]. В последнее время исследования углеводородного загрязнения отдельных объектов морской среды и биоты Баренцева моря особенно актуальны в связи с намеченной разработкой Штокмановского газоконденсатного месторождения (ШГКМ).

В работе использованы экспедиционные материалы, собранные сотрудниками ПИНРО в Баренцевом море в рейсе НИС «Профессор Бойко» в сентябре 2009 г. в районах планируемого размещения объектов освоения ШГКМ, в частности магистрального трубопровода от лицензионного участка месторождения до берега Кольского полуострова в районе п. Териберка (Восточный Мурман). Исследования охватывали следующие промысловые районы: Западный Прибрежный район, Северо-Восточный склон Мурманской банки, Северный склон Мурманского мелководья, Северо-центральный район, Центральный желоб (рисунок 1).

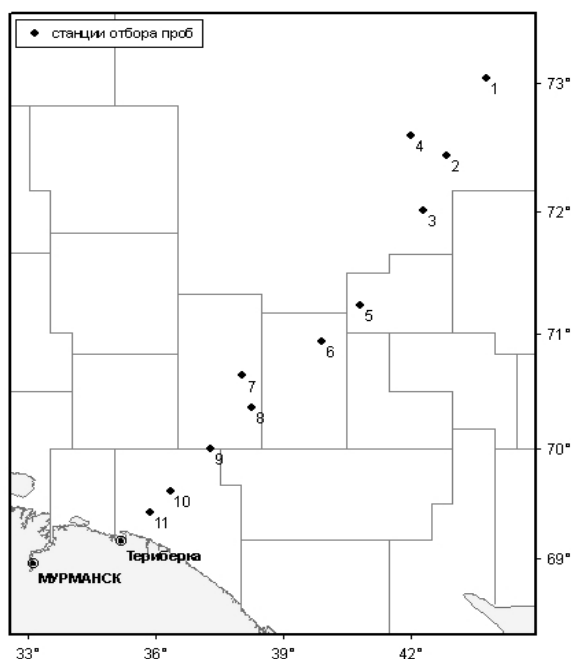


Рис.1 Станции отбора проб донных осадков Баренцева моря (показаны границы промысловых районов)

Отбор, подготовка и анализ проб донных осадков выполнен в соответствии с нормативными документами и методическими руководствами [3-5]. В составе *n*-парафинов определялись соединения C<sub>11</sub>–C<sub>30</sub>, а в составе ПАУ 16 индивидуальных соединений из списка Агентства по за-

щите окружающей среды США, а также 2-метилнафталин, 1-метилнафталин и перилен. Всего проанализировано 11 проб донных осадков (поверхностный слой). Содержание *n*-парафинов и  $\Sigma$ ПАУ в донных осадках исследованных промышленных районов Баренцева моря представлены на рисунках 2–3.

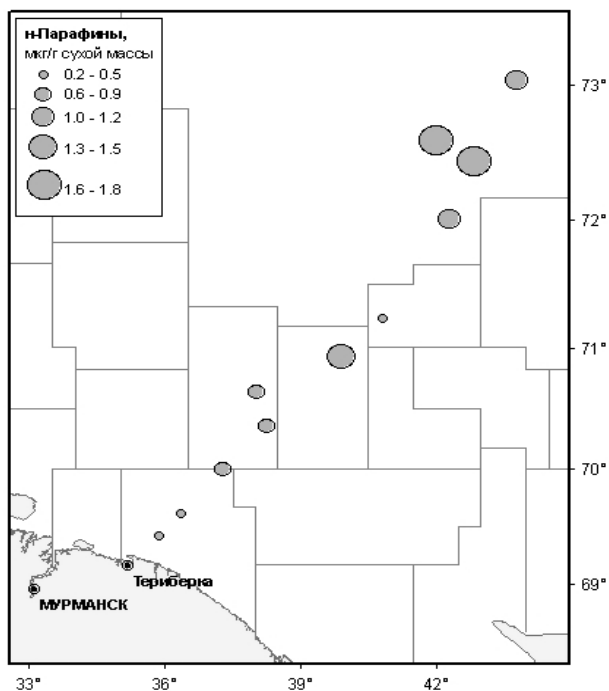


Рис. 2 Содержание *n*-парафинов в донных осадках Баренцева моря

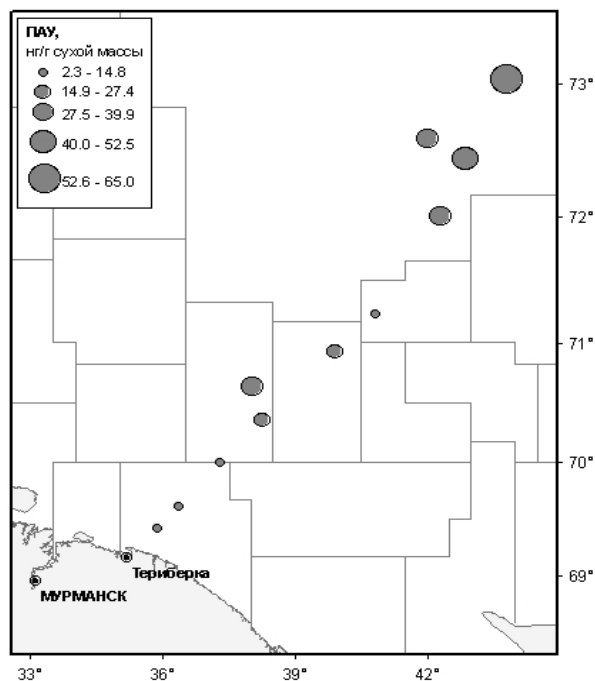


Рис.3 – Содержание  $\Sigma$ ПАУ в донных осадках Баренцева моря

Алканы в верхнем слое донных осадков были представлены широким спектром углеводородов от  $C_{11}$  до  $C_{30}$ . Их содержание не превышало 2 мкг/г сухой массы осадка. Из изопреноидов были идентифицированы пристан ( $iC_{19}$ ) и фитан ( $iC_{20}$ ), отношение которых можно использовать как индикатор степени превращения углеводородов, их природы и условий нахождения в донных осадках. О том, что в составе алифатических соединений донных осадков преобладают углеводороды нефтяного происхождения, свидетельствуют динамика соотношения изопреноидов пристан/фитан -  $\leq 1$ , а также доминирование низкокипящих алканов.

Одним из наиболее четких критериев определения нефтяных углеводородов в исследованных пробах является наличие на хроматограммах экстрактов углеводородов, выделенных из донных осадков, «горба» неразделенных газовой хроматографией соединений, которые представлены в основном циклоалканами и нафтно-ароматическими углеводородами [6].

Нормативы содержания *n*-парафинов в донных осадках отсутствуют, но по литературным данным природный биогенный уровень алифатических углеводородов в морских донных осадках обычно не превышает 50 мкг/г сухой массы [7]. Содержание *n*-парафинов в исследованных донных осадках Баренцева моря было значительно ниже техногенного фонового уровня, характерного для верхнего слоя донных осадков Западно-Арктического шельфа – 340 мкг/г сухой массы [8].

Найденные относительно низкие значения коэффициента пристан/фитан (0,4-1,0) характерны для углеводородов нефтяного, а не биогенного (свыше 1,5) происхождения.

Суммарное содержание полициклических ароматических углеводородов ( $\Sigma$ ПАУ) в верхнем слое донных осадков Баренцева моря не превышало 65 нг/г сухой массы осадка.

Некоторые незамещенные ПАУ и особенно их метаболиты, проявляют ярко выраженные канцерогенные свойства [9]. Суммарное содержание канцерогенных ПАУ ( $\Sigma$ КПАУ) (бенз(а)антрацен [BaA], бенз(б)флуорантен [BbF], бенз(к)флуорантен [BkF], бенз(а)пирен [BaP], индено(1,2,3-сд)пирен [Iru] и дибенз(а, h)антрацен [DBA]) изменялось от 0,38 (станция 11) до 9,97 нг/г (станция 2) сухой массы и составляло 10-30 % от  $\Sigma$ ПАУ. Абсолютное значение  $\Sigma$ КПАУ было наиболее высоким в осадке на станции 2, относительное – на станции 9.

Среди всех известных потенциально канцерогенных ПАУ, бенз(а)пирен является единственным соединением, для которого установленные токсикологические характеристики позволяют судить об

истинном уровне канцерогенной активности [10]. Суммарная токсичность по бенз(а)пирену  $\text{Sum}(\text{BaP}_{\text{eq}})$  для исследованных образцов донных осадков Баренцева моря варьировала от 0,06 (станция 11) до 2,15 нг/г (станция 2) сухой массы осадка (рисунок 4). Средние значения относительного содержания  $\text{BaP}_{\text{eq}}$  канцерогенных ПАУ в суммарной токсичности уменьшаются в ряду: BaP (32,0%), DBA (30,5%), BbF (20,2%), Ipy (14,7%), BaA (1,93%), и BkF (0,57%).

Сходства и различия между составом компонентов ПАУ могут использоваться для идентификации источников их поступления в окружающую среду [11]. В донных осадках исследованной акватории на большинстве станций из индивидуальных ПАУ преобладали нафталин, 2- и 1-метилнафталины, а также фенантрен, в сумме составлявшие от 31% до 61% от  $\Sigma$ ПАУ.

В качестве одного из критериев происхождения ПАУ в донных осадках Баренцева моря использовалось отношение суммы концентраций низкомолекулярных ПАУ ( $\Sigma$ НМС) к сумме концентраций высокомолекулярных ПАУ ( $\Sigma$ ВМС), которое для всех станций, кроме станций 2, 3, 7, 9 и 12 больше 1, что указывает на петрогенное происхождение ПАУ. На указанных станциях наблюдается преобладание ПАУ, образовавшихся в результате процессов пиролиза.

Полученные количественные результаты указывают на низкое содержание ПАУ в донных осадках исследованных районов. В России отсутствуют нормативы содержания загрязняющих веществ в морских донных осадках.

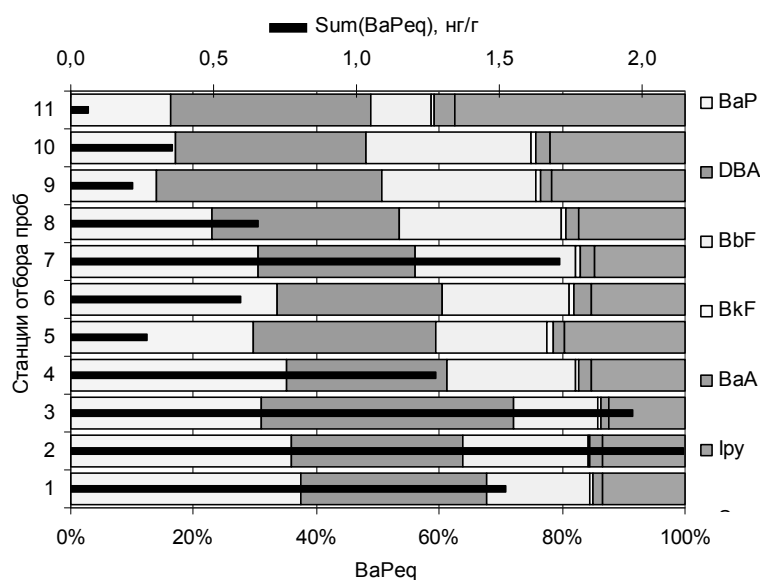


Рис. 4 Суммарная токсичность по бенз(а)пирену  $\text{Sum}(\text{BaP}_{\text{eq}})$  и токсичность канцерогенных ПАУ в эквиваленте бенз(а)пирена  $\text{BaP}_{\text{eq}}$  в донных осадках Баренцева моря

В соответствии с классификацией уровней загрязнения морских донных осадков, принятой Норвежской Государственной Инспекцией по контролю загрязнения окружающей среды (SFT), содержание  $\Sigma$ ПАУ и бенз(а)пирена в донных осадках исследованных районов Баренцева моря, в основном, не превышало фоновых уровней - <300 и <10 нг/г сухой массы соответственно [12].

Таким образом, содержание ПАУ в верхнем слое донных осадков исследованных районов Баренцева моря соответствует фоновому уровню. Полициклические ароматические углеводороды в верхнем слое донных осадков исследованных районов имели, в основном, петрогенное происхождение.

В настоящее время антропогенные факторы локального характера не являются определяющими в формировании ПАУ донных осадков этой части Баренцева моря. Основным источником поступления ПАУ в донные осадки исследованных районов являются процессы осаждения органического вещества из водной толщи, течения, атмосферные выпадения, а также естественное просачивание из недр.

## Литература

1. Hites R.A. Sources of polycyclic aromatic hydrocarbons in the aquatic environment. In Sources, Effects and Sinks of Hydrocarbons in the Aquatic Environment. American Institute of Biological Sciences, Washington, D.C.: Arlington, 1976. P. 325–332.
2. Ровинский Ф.Я., Теплицкая Т.А., Алексеева Т.А. Фоновый мониторинг полициклических

ароматических углеводородов. – Л.: Гидрометеиздат, 1988. – 275 с.

3. ГОСТ 17.1.5.01-80 Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к отбору проб донных отложений водных объектов для анализа на загрязненность. – М.: Изд-во стандартов, 1980.

4. РД 52.24.505-98. Методические указания. Методика выполнения измерений массовой концентрации нефтяных компонентов в донных отложениях с идентификацией их состава и происхождения (утв. Росгидрометом 08.06.1998). Ростов н/Д.: 1998.

5. М-МВИ-202-07. Методика выполнения измерений массовой доли полиядерных ароматических углеводородов (ПАУ) в пробах почвы, донных отложений и твердых отходов методом хромато-масс-спектрометрии с изотопным разбавлением. ООО «Мониторинг», УНЦКП «Высокие технологии энергетических материалов», Св-во № 242/118-07 от 09.11.07.

6. *Пересыпкин В.И., Александров А.В.* Поступление и особенности распределения алканонафтенных углеводородов в донных осадках Кандалакшского залива Белого моря. *Океанология*, 1996, т. 36, №5, – с. 727–734.

7. *Немировская И.А.* Углеводороды в океане (снег-вода-лед-взвесь-донные осадки). – М.: Научный мир, 2004.

8. *Гуревич В.И.* Современный седиментогенез и геоэкология Западно-Арктического шельфа Евразии. – М.: Научный мир, 2002.

9. *Conney A.H.* Induction of microsomal enzymes by foreign chemicals and carcinogenesis by polycyclic aromatic hydrocarbons // *Cancer. Res.*, 1982, Vol. 42, P. 4875–4917.

10. *Жилин А.Ю., Киреева Л.И.* Полициклические ароматические углеводороды (ПАУ) в воде и донных отложениях прибрежной зоны Баренцева моря// VIII-IX Междунар. семина. «Рациональное использование прибрежной зоны северных морей». СПб, Изд. РГГМУ, 2006. – С. 221–250.

11. *Жилин А.Ю., Плотицына Н.Ф.* Состав, источники и токсикологический потенциал ПАУ в донных осадках Кольского залива Баренцева моря. *Известия ТИНРО*. 2009. Т. 156. – С. 247–253.

12. *Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. Veiledning / J. Molvær, J. Knutzen, J. Magnusson, B. Rygg, J. Skei, J. Sørensen // SFT Veiledning, 1997, 97:03, 36 pp. (In Norwegian)*

УДК 504.06

## ИЗУЧЕНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ УЛУЧШЕНИЯ ЭКОЛОГИИ ПЕТРОПАВЛОВСКА-КАМЧАТСКОГО

*А.И. Моргулев (КамчатГТУ)*

*Экологическая ситуация на Камчатке ухудшается из-за притока большого количества подержанных автомобилей, отсутствия топлива новых стандартов. Выход из данной ситуации возможен только с переходом на новые гибридные автомобили и на новые стандарты по топливу. В противном случае будет наблюдаться ухудшение экологической ситуации и резкий рост заболеваний населения.*

Камчатка из-за малого количества промышленных предприятий всегда считалась экологически чистой территорией. В основном загрязнение атмосферы происходило во время извержения вулканов, но последние два десятилетия резко изменили ситуацию из-за наплыва автомобилей, в основной своей массе подержанных.

Еще Ильф и Петров писали, что «Автомобиль - не роскошь, а средство передвижения». Это стало девизом наших дней. Но то, что машины из блага цивилизации могут превращаться в ее бич, человечество стало понимать сравнительно недавно. Чем больше машин выходит на улицы, тем труднее горожанам мирно сосуществовать с их стальным шумящим и гадящим потоком.

Каждый знает, что в выхлопах двигателей внутреннего сгорания содержатся окись углерода, окись азота, углеводороды, альдегиды, сажа, бенз(а)пирен, соли тяжелых металлов. Медики доказали, что окись углерода попадая в кровь, так действует на красные кровяные шарики- эритроциты, что они теряют способность транспортировать кислород. В результате наступает кислородное голодание, что прежде всего сказывается на центральной нервной системе. При вдыхании окислов азота, в дыхательных путях соединение с водой образует азотную и азотистую кислоту. В результате возникают не только раздражения слизистых, но и весьма тяжёлые



заболевания. Считается, что окислы азота в 10 раз опаснее для организма, чем окись углерода.

Типичным представителем канцерогенных веществ, т.е. веществ, способствующих возникновению раковых опухолей, является бенз(а)пирен и соли тяжелых металлов. У бензиновых двигателей это свинец, а у дизельных - кадмий, соли которого намного вреднее солей свинца. Достаточно сказать, что учёные уже обнаружили в газах, которые выбрасывают автомобили около 200 вредных компонентов. Именно, в развитии автотранспорта и, стало быть, во всё большем засорении городского воздуха автомобильными газами многие учёные видят главную причину увеличения смертности от рака лёгких. Частота этого заболевания в городе намного выше, чем в сельской местности. В настоящее время на Камчатке насчитывается около 100 000 автомобилей, из них 10% грузовых, среди которых 1% - городских автобусов.

Противоречия, из которых "соткан" автомобиль, пожалуй, ни в чём не выявляются так резко, как в деле защиты природы, с одной стороны, он облегчил человеку жизнь, с другой - отравляет её в самом прямом смысле слова. Специалисты установили, что один легковой автомобиль ежегодно поглощает из атмосферы в среднем более 4 тонн кислорода, выбрасывая с отработанными газами примерно 800 кг. оксида углерода, около 40 кг окислов азота и почти 200 кг различных углеродов. А для грузового транспорта и автобусов эти цифры надо увеличить в несколько раз. Легко подсчитать, если умножить эти цифры на 100 000. ед. автомобилей, можно представить себе степень угрозы, таящейся в чрезмерной автомобилизации Камчатки.

Пороговая концентрация солей тяжелых металлов, находящихся в выбросах автомобилей, кроме вышеупомянутого кадмия вызывает:

**Кобальт** - недостаток - меньше 2-7; нижняя пороговая концентрация гипо- и авитаминозы, эндемический зоб; его норма 7-30, избыток составляет более 30; верхняя пороговая концентрация - угнетения синтеза витамина В.

**Медь** - недостаток - меньше 6-15; нижняя пороговая концентрация анемия, заболевание костной системы. Норма 15-60, избыток более 60; верхняя пороговая концентрация вызывает поражение печени, анемия, желтуха.

**Марганец** - недостаток до 400 (?); нижняя пороговая концентрация заболевание костной системы, увеличение зоба. Норма - 400-3000. Если избыток составляет 3000, то возможно заболевания костной системы.

**Цинк** ~ недостаток 30 или нижняя пороговая концентрация приводит к карликовому росту растений и животных. Норма 30-70. Если избыток составляет более 70, то при верхней пороговой концентрации - угнетения окислительных процессов, анемия.

**Молибден** ~ при недостатке до 1,5 возможно заболевания растений. Норма должна составлять 1,5-4. При недостатке более 4 - подагра у человека, молибденовый токсикоз у животных.

**Бор** при недостатке 3-6 и нижней пороговой концентрации возможны отмирание точек роста стеблей и корней. Его норма должна составлять 6-30. При избытки более 30 - боровые энтериты у животных и растений.

**Стронций** - норма до 600. Если избыток 600, верхняя пороговая концентрация - уродская болезнь, рахит, ломкость костей.

К факторам, оказывающим неблагоприятное влияние на организм человека, относится также соединение свинца, содержащиеся в выхлопных газах автотранспорта. В «атмосферном» воздухе свинец содержится почти исключительно в виде неорганических соединений. Количество свинца в крови человека возрастает пропорционально с увеличением его содержания в воздухе. Последнее ведёт к снижению активности ферментов, участвующих в насыщении крови кислородом, и, следовательно, к нарушению обменных процессов в организме.

Причины увеличения выбросов – это в первую очередь применяемое топливо, не соответствующее новым стандартам и довольно старый парк автомобилей. Возраст 40-50% автомобилей составляет 20 и более лет, что только увеличивает расход топлива. Некачественное сервисное обслуживание, ни в одном высшем учебном заведении Камчатки не готовят автомехаников, а парк автомобилей растёт. Отсутствие хороших автомобильных дорог из-за чего люди стремятся покупать более мощные машины с большим расходом топлива 15-20 литров на 100 км, а в условиях города расход топлива значительно возрастает. В тоже время все развитые страны начали перейти на более качественное топливо и постепенно переходят на гибридные автомобили, расход топлива у которых не более блитров на 100 км в условиях города.

Причины дымления автомобилей различны неисправность двигателя, плохая наладка системы питания или зажигания. Если все автомобильные двигатели будут правильно отрегулированы, то выброс вредных веществ в атмосферу уменьшится в 3-5 раз. Нарушение технологической дисциплины, нежелание лишней раз проверить двигатель у специалистов приводят к тому, что

автомобиль неделями, а то и месяцами развозит по улицам ядовитый газ. Плохо накачанные шины не только быстрее изнашиваются, но и увеличивают сопротивление движению, а значит, больше сжигается горючего и т.д.

Раньше считалось, что перевод автомобилей на дизельные двигатели сократит выбросы вредных веществ в атмосферу, но это сокращение коснулось, только окиси углерода и углеводорода, которые сократились более чем 50%, но вместо солей свинца, дизельное топливо при сгорании дает нам соли кадмия, которые оказались более вредными.

**Газ вместо бензина.** В последние десятилетие в нашей стране осуществляется крупное мероприятие по переводу автомобильного транспорта на природный газ. Это позволяет повысить чистоту воздушного бассейна в городах и районах, где работают автомобили, заправленные газом, а также высвободить для нужд народного хозяйства немало дефицитного жидкого топлива. Но темпы перевода на газ черепахи и в лучшем случае это произойдет через десяток лет.

**Гибридный автомобиль.** Идеальный вариант – это электромобиль, но в качестве переходной модели был разработан гибридный автомобиль. Прародителями всех гибридов являются именно японские производители автомобилей. Идеи, витавшие в умах европейских и американских автомобилистов добрую сотню лет, японцы начали воплощать со всей непосредственностью, на которую только способны в силу своей природы. Самый серьёзный вклад в фактическое появление и дальнейшее развитие гибридных технологий был сделан ими ещё в начале 1990-х годов, и спустя семь лет они предложили покупателям своё новейшее детище – это был знаменитый и сильно шумевший в своё время **Toyota «Prius»**. Затем на японский рынок ворвалась новая модель – **«Estima»**, поставленная на конвейер через четыре года, в знаменательном 2001-м. **«Estima»** была первым полноприводным автомобилем-гибридом, запущенным в массовое производство, и освоенным и оцененным американскими потребителями.

Далее мысль японских разработчиков всё больше и больше углубляется в разработку заманчивой идеи соединить все удобства минивэна с экономичностью расхода топлива гибрида, подстёгиваемой желанием многочисленных автовладельцев получить такой выгодный со всех точек зрения автомобиль. В 2007 году соединение этих идей и желаний воплотилось в увеличенную версию **«Estima»**, которая в Европе и США сразу же начала расходиться рекордными тиражами, и стала известна под именем **«Sienna»** (полное название сего шедевра – **«Toyota Sienna Hybrid»**). Какие же технические характеристики этого третьего (можно сказать и так) поколения японских гибридов, так полюбили автолюбители:

- двигатель – 4 цилиндра, 2,4 литра.
- бесступенчато регулируемая передача плюс электрический мотор. Гибридная система обеспечивает мощность 270 л. с. и позволяет автомобилю разогнаться до «сотни» всего за 9 секунд.
- система полного привода регулирует задненавесной электромотор и координирует распределение энергии на все четыре колеса.
- система контроля торможения – электронная, позволяет осуществлять достаточно эффективный поколёсный контроль торможения и оптимальное функционирование системы рекуперативного торможения.
- автомобильные электрические розетки имеют мощность 1500 Ватт. Отличная аэродинамика обеспечивается весьма продвинутым дизайном кузова, а атмосферу в салоне определяют в первую очередь изолированная крыша автомобиля и очень чувствительная система климатического контроля, снабжённая сенсорами влажности. Все детали нового автомобиля разработаны исключительно из практических соображений эффективной экономии потребления топлива. Как и следовало ожидать, расход топлива значительно уменьшен, и составляет не более **6 литров на 100 километров** пробега. Низкий уровень выброса вредных газов позволяет говорить о **«Toyota Sienna Hybrid»** как о первом автомобиле, полностью удовлетворившем весьма строгие требования японского министерства, занимающегося проблемами окружающей среды. Многие покупатели, совершившие покупку и получившие возможность проверить **новый гибрид «Sienna»** в действии, в один голос утверждают, что лучшего автомобиля они в своей жизни ещё не имели. Во-первых, гибрид такой же вместительный, как и известные американские гибридные варианты внедорожников **«Lexus»** или **«Хайлендер»**, способные «принять на борт» 7-8 пассажиров со всеми удобствами, а также многие другие обычные минивэны. Во-вторых расход топлива в сравнении с подавляющим большинством современных автомобилей и на самом деле впечатляет, особенно в условиях растущей стоимости бензина. Быстрый разгон с места, комфортабельность и надёжность также выгодно отличают **«Sienna»** от многих других. Эта машина была пер-

вым полноприводным автомобилем-гибридом, запущенным в массовое производство, и освоенным и оцененным потребителями развитых стран. Концерн «Toyota» с 2012 года полностью переходит на выпуск гибридных автомобилей.

**Электромобиль.** В интересах защиты окружающей среды считается целесообразным перевод автомобилей на электротягу, особенно в крупных городах. Предлагается, использовать существующие типы источников тока с определенным их усовершенствованием, экономически и технически конкурентоспособные с обычными автомобилями. Последующие этапы развития электромобилей связывают с их серийным и массовым производством и постепенным увеличением их доли в автомобильном транспорте. Оценки показывают, что в 2025 году электромобили могут составить 15% от общего числа автомобилей мира.

На основании вышеизложенного очевидна необходимость принятия конкретных мер по ориентации потенциальных покупателей автомобилей в Петропавловске на автомобили нового поколения (гибриды). Таким образом, в несколько раз улучшится экологическая обстановка в городе.

### Литература

1. Симуткин Т.Н. Некоторые особенности форм нахождения кадмия в городской среде // Эколого-геохимический анализ техногенного загрязнения. – М., 2001.

2. Корниенко А.Н., Шаталова Е.Е. Анализ существующих методик оценки выбросов от автотранспорта // «Строительство - 2006»: Материалы Междунар. науч.-практ. конф. – Ростов н/Д: Рост. гос. строит. ун-т, 2006. - Шаталова Е.Е. О необходимости совершенствования методики оценки выбросов загрязняющих веществ от автотранспортных потоков // Изв. Вузов. Сев. – Кавк. Регион. Техн. Науки, 2006. - Прил. № 14.

3. Загрязнение атмосферного воздуха атмосферным воздухом. Окружающая среда. Энциклопедический словарь-справочник. Т. 1,2. – М.: Прогресс, 1999.

УДК 628.15

### ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ПОДГОТОВКИ ПОДЗЕМНЫХ ВОД, СОДЕРЖАЩИХ ЖЕЛЕЗО И МАРГАНЕЦ

*М.Т. Никифоров, Г. Е. Никифорова, (ГОУВПО «КнАГТУ»,  
г. Комсомольск-на-Амуре);  
Е.В. Варцева, (ОАО «КнААПО»,  
г. Комсомольск-на-Амуре)*

*Существующая схема очистки подземных вод, содержащих повышенное количество железа и марганца, недостаточно эффективна. Предлагается изменить существующую схему с более рациональным использованием окислителей ионов металлов.*

*Для окисления железа предлагается предварительно использовать кислород воздуха и профильтровать. Дальнейшую очистку от оставшегося железа и марганца предлагается осуществлять озонированием и дополнительной фильтрацией.*

Вода широко используется в различных областях промышленности в качестве растворителя, теплоносителя и является неотъемлемым компонентом технологического процесса. Она так же используется для хозяйственно-питьевых целей как в быту, так и на производстве. Присутствие в воде из источника вредных загрязнений и примесей сопровождается ухудшением качества продукции и услуг, большими финансовыми затратами на эксплуатацию и ремонт оборудования. Всё это приводит к снижению надежности и эффективности работы технологического оборудования (котлов, печей, теплообменников, водяных насосов, оборудования водопроводных и тепловых сетей, оборудования в системах оборотного водоснабжения и др.).

Промышленная водоочистка и водоподготовка являются важнейшими составляющими энергетических и производственных предприятий.

Подземные воды около г. Комсомольск-на-Амуре характеризуются высоким содержанием некоторых металлов (железа, марганца и др.), что не отвечает санитарным нормам, а на про-

мышленных предприятиях приводят к техническим проблемам.

Обеспечение требований к качеству воды и надежности работы промышленного оборудования обеспечивается, как правило, при комплексном подходе к техническим проблемам, возникающим у потребителей при использовании воды для различных целей. В качестве примера рассмотрен цех водоподготовки одного из предприятий г. Комсомольск-на-Амуре.

Источником воды для забора являются подземные межпластовые безнапорные воды, характеризующиеся повышенным содержанием железа (максимально до 20 мг/л) и марганца (максимально до 5 мг/л). Такая вода неприятна на вкус, причиняет неудобства в быту: (железо уменьшает прозрачность воды, увеличивает её цветность и мутность; марганец придаёт воде металлический привкус, при недостаточной очистке может привести к засорению ионообменных и других аппаратов). Присутствие в воде избыточного количества железа и марганца может способствовать развитию в трубах и теплообменных аппаратах железистых и марганцевых бактерий, продукты жизнедеятельности которых вызывают коррозию металлических труб.

Химический состав подземных вод отличается разнообразием. Он определяется в основном условиями их формирования, которые зависят от взаимодействия с атмосферой и породами земли, через которые вода проникает в водоносные пласты. Слабое протекание биологических процессов, отсутствие света и свободного растворенного кислорода препятствуют развитию растительности и жизнедеятельности водных организмов в подземных водах. Подземные воды характеризуются значительной жесткостью, повышенным содержанием железа, марганца, фтора, растворенных газов ( $H_2S$ ,  $CO_2$ ) (таблица 1).

Таблица 1

Показатели качества исходной воды

Параметры		Исходное содержание	Нормативные значения
Привкус при 20 °С, баллы		1,0	2,0
Цветность, градусы		5,0	20
Мутность, мг/дм <sup>3</sup> по стандартной шкале		0,58	2,6
рН		6,8	6–9
Окисляемость, мг O <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>		0,25	2,0
Азот, мг/м <sup>3</sup>	Аммиака ГОСТ 4192-82	0,01	2,0
	Нитритов ГОСТ 4192-82	0,006	1,0
	Нитратов ГОСТ 18826-73	0,1	45
Общая жесткость, мг-экв/ дм <sup>3</sup> по ГОСТ 4151-72		1,2	7,0–10
Сухой остаток, мг/дм <sup>3</sup> по ГОСТ 18164-72		171	1000–1500
Хлориды, мг/дм <sup>3</sup> по ГОСТ 4245-72		21	350
Сульфаты, мг/дм <sup>3</sup> по ГОСТ 4389-72		18	500
Железо, мг/дм <sup>3</sup> по ГОСТ 4011-72		20	0,3
Марганец, мг/дм <sup>3</sup> по ГОСТ 4974-72		4,2	0,1
Медь, мг/дм <sup>3</sup> по ГОСТ 4388-72		0,18	0,1

По составу исходной воды из скважин видно, что она соответствует санитарным и гигиеническим нормам [1] и имеет благоприятный состав для производственных, хозяйственно-питьевых, теплоэнергетических нужд. Однако наблюдается значительное превышение ПДК примесей железа, марганца и меди, поэтому обработка воды на станции водоподготовки направлена на очистку от них. Такая вода после контакта с воздухом ухудшается по цветности, мутности и по вкусу.

Присутствие в воде железа не угрожает нашему здоровью. Однако повышенное содержание железа в воде (более 0,3 мг/л) в виде гидрокарбонатов, сульфатов, хлоридов, органических комплексных соединений или в виде высокодисперсной взвеси придает воде неприятную красно-коричневую окраску, ухудшает её вкус, вызывает развитие железобактерий, отложение осадка в трубах и их засорение. При регулярном употреблении для питья воды с содержанием железа выше норматива человек рискует приобрести различные заболевания печени, аллергические реакции и другие. Если в такой воде постирать белье, на нем останутся ржавые пятна. Подобные же пятна появляются на посуде, раковинах, ваннах и на промышленных установках.

Избыточное накопление марганца в организме сказывается, в первую очередь, на функционировании центральной нервной системы. Это проявляется в утомляемости, сонливости, ухудшении функций памяти. Марганец является политропным ядом, поражающим легкие и сердечно-сосудистую систему, вызывает аллергический и мутагенный эффект [1, 2].

В системе водоснабжения при уровнях, превышающих 0,1 мг/л, марганец приводит также к появлению пятен на сантехническом оборудовании и белье, а также неприятного привкуса на-

питков, уже при концентрации 0,02 мг/л марганец часто образует пленку на трубах, которая отслаивается в виде черного осадка. Присутствие марганца в питьевой воде может вызывать накопление отложений в системе распределения воды по потребителям.

Анализ содержания железа и марганца в исходной воде по месяцам показывают значительные изменения концентрации в течение года и при продолжительной эксплуатации по годам (таблица 2, 3). Диапазон концентрации превышает нормы ПДК: железа в 50,1 раза, марганец 35,9. Максимальное значение железа было в августе, минимальное в феврале, максимальное значение марганца было в октябре, минимальное в июне.

На предприятии процесс водоочистки развивался в несколько этапов. В настоящее время очистка воды производится по схеме, включающей в себя следующие этапы:

- 1 Окисление воды озоном в окислительной камере.
- 2 Аэрирование воды кислородом воздуха в вихревом смесителе.
- 3 Осветление воды при помощи флокулянта «Праестол» в осветлителях со слоем взвешенного осадка.
- 4 Фильтрация воды через слой зернистой загрузки (гранодиорит) в скорых фильтрах.

Таблица 2

**Динамика содержания железа и марганца в исходной и сетевой водах по годам наблюдений**

Периодичность	Концентрация, мг/л			
	в исходной воде		в сетевой воде	
	железо	марганец	железо	марганец
2004	13,08	3,59	0,24	0,98
2005	15,48	2,92	3,12	1,14
2006	16,53	4,17	0,09	0,28
2007	16,89	4,15	0,09	0,37
2008	16,41	3,91	0,09	0,27
2009	15,03	3,59	0,09	0,23

Таблица 3

**Динамика содержания железа и марганца по месяцам в исходной воде**

Периодичность	Концентрация в исходной воде, мг/л	
	железо	марганец
январь	13,5	3,68
февраль	11,01	3,38
март	14,58	4,06
апрель	13,2	3,52
май	14,19	2,68
июнь	13,95	2,64
июль	15,72	3,08
август	18,09	3,28
сентябрь	16,41	3,24
октябрь	15,99	4,58
ноябрь	15,9	4,70
декабрь	17,79	4,16

Вода со скважин подаётся в окислительную камеру, где происходит ее насыщение озоном от озонаторной установки, и воздухом от воздуходувок. После окисления металлов в реакторе вода самотёком вытекает по трубе, куда вводится рабочий раствор флокулянта. В вихревом смесителе вода интенсивно смешивается с флокулянтом, и флокулянт контактирует с окисленными атомами металлов. В осветлителе со слоем взвешенного осадка вода частично очищается от взвешенных веществ, а в скорых фильтрах происходит её окончательная очистка.

Вода, смешанная с реагентами, вводится в рабочие камеры осветлителя снизу и равномерно распределяется по их площади уложенными внизу перфорированными трубами. Далее вода движется снизу вверх со скоростью, равной скорости выпадения осадка, обеспечивая образование взвешенного слоя осадка. Проходя через слой взвешенного осадка, вода осветляется, а извлекаемые из неё примеси остаются в этом слое. Из рабочих камер через осадко-приёмные окна избыточный осадок перетекает в отсек, где он уплотняется, и периодически сбрасывается в специальный резервуар.

Эффективность работы осветлителей становится более стабильным путем введения в обрабаты-

ваемую воду флокулянта марки «Праестол 650 TR». Использование флокулянта в осветлителях со слоем взвешенного осадка способствует увеличению концентрации частиц во взвешенном слое и уменьшению их выноса из него при повышении скорости восходящего потока воды.

Флокулянт применяется в виде раствора концентрацией 0,01%, т.е. 0,1 г товарного продукта на 1 л воды. Подготовка раствора осуществляется в специальной ёмкости объемом 2 м<sup>3</sup>. Время приготовления раствора составляет 50 минут, перемешивание раствора производится при помощи сжатого воздуха.

Вода от осветлителей поступает в боковой карман скорого фильтра через воронку свободным изливом. В качестве фильтрующего материала используется гранодиорит – отсортированный зернистый материал, размерами зерен 2 - 5 мм, обладающий достаточной химической и механической прочностью [3]. Высота фильтрующего слоя составляет около двух метров. Пройдя сверху – вниз через фильтрующий материал, вода собирается в специальном жёлобе и отправляется в резервуары чистой воды.

Качество очистки воды и эффективность работы станции водоподготовки с изменением технологии значительно улучшилось.

Графики показателей очищенной воды за последние 6 лет показывают (таблица 2), что в 2005 году происходит резкое падение содержания железа и марганца. Это совпадает с введением на водоподготовке флокулянта «Праестол 650TR» вместо извести. Если концентрация железа после введения флокулянта «Праестол 650TR» соответствует по ПДК норме, то концентрация марганца все же превышает ПДК в 5,5 раза.

Прямая связь в степени очистки воды от содержания марганца между исходной и сетевой водой не прослеживается. Эффективность очистки от примесей железа очевидна, но очистка от примесей марганца не стабильна, лишь в немногих случаях достигает норм ПДК. Осмотр фильтров показывает, что гидроокиси железа и марганца обволакивают гранулы фильтрующего материала, это видно по увеличенному объему и измененному цвету наполнителя. Окислы марганца в виде чёрных частиц проскакивают через фильтр, и наблюдаются на стенках трубопроводов, транспортирующих воду к потребителям. Для повышения эффективности работы сооружений очистки воды, можно предложить изменить существующую схему очистки воды, хотя бы по известным из литературы способам очистки воды [4, 5]. Для окисления железа достаточно эффективно используется кислород воздуха, после насыщения которым надо воду выдержать определенное время, а затем профильтровать. Озонирование применять лучше при малом содержании железа, т.е. только для трудно окисляемого марганца. Использование флокулянтов также может повысить эффективность очистки воды.

Рекомендуемую технологическую схему можно представить в следующей последовательности процессов (рисунок).

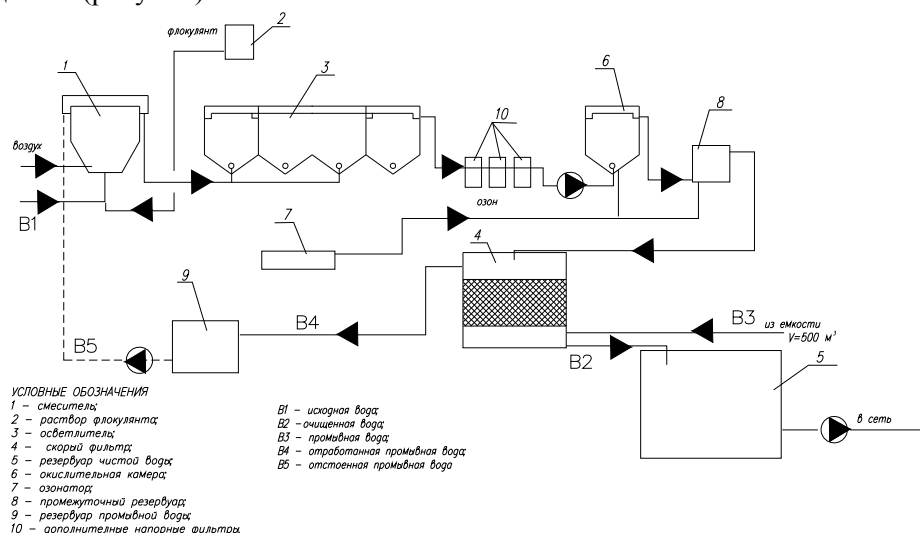


Рисунок. Рекомендуемая технологическая схема водоподготовки

Исходная вода из скважин насыщается воздухом в напорном трубопроводе, а также перед подачей в смеситель в неё вводится флокулянт. После этого смесь подаётся в осветлитель, а затем проходит через тканевый фильтр. Затем вода поступает в напорный контактный резервуар, и насыщается озоном, и пропускается через скорый фильтр с гранодиоритовым песком. Очищен-

ная вода собирается в резервуары чистой воды, и оттуда подаётся потребителям.

#### Литература

1. СанПиН 2.1.4.1074 – 01. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. Введ. 2001-03-05, с доп. 2.1.4.2496 – 09. Гигиенические требования к обеспечению безопасности систем горячего водоснабжения. Введ. 2009-01-09: Изд-во стандартов, 2009. – 36 с.
2. ГОСТ Р 51232-98. Вода питьевая. Общие требования к организации и методам контроля качества. – Введ. 1998-02-03. – М.: Госстандарт России: Изд-во стандартов, 1998. – 27 с.
3. ТУ 5712-001-42667422-01. Гранодиоритовый песок для загрузки фильтров очистки воды. – Введ. 2001-25-06. – 13 с.
4. СНиП 2.04.02-84. Водоснабжение. Наружные сети и сооружения/ Госстрой России. – М.: Госстрой России, 1997. – 27 с.
5. Дзюбо В.В. Подготовка подземных вод для питьевого водоснабжения малых населённых пунктов Западно-Сибирского региона: Автореферат на соиск. учен. степени д-ра техн. наук. – Томск: Изд-во ТГАСУ, 2007. – 37 с.

УДК 57

### ВОССТАНОВЛЕНИЕ ЗАРОСЛЕЙ МАКРОФИТОБЕНТОСА В ЭСТУАРИИ РЕКИ СУХОДОЛ (УССУРИЙСКИЙ ЗАЛИВ, ЯПОНСКОЕ МОРЕ) ПОСЛЕ ЗИМНЕГО ЛЕДОСТАВА

*А.В. Ольховик (ТИНРО-центр, г. Владивосток)*

*В сообщении рассматриваются вопросы связанные с началом формирования зарослей макрофитов и трав в эстуарии после зимнего периода.*

#### **Введение**

Эстуарии рек характеризуются специфическими условиями среды, которые выражаются в значительных колебаниях температуры и солености, а также в повышенном содержании загрязняющих веществ и мутности воды. В таких условиях обитают преимущественно эврибионтные виды. В эстуарии смешиваются морские и пресные воды, поэтому биота их очень специфична и отличается как от морской, так и от пресноводной (Отчет, 2009).

Для решения ряда проблем, связанных с биологическим мониторингом, марикультурой и оценкой сырьевых ресурсов биоты, необходимы знания видового состава, структуры растительности и ее сезонной динамики. Несмотря на то, что в последнее время исследованиям растительности эстуариев уделяется большое внимание как за рубежом (Davis M.W., McIntire C.D., 1983; Kang Ch.-K., Choy E.J., Paik S.-K. et al, 2007; McGlathery K.J., Sundbäck K., Anderson I.C., 2007; Parker J.D., Montoya J.P., Hay M.E., 2008 и др.), так и в нашей стране (Афанасьев Д.Ф., 2010; Berezina N.A., Golubkov S.M., 2008; Gubelit Y.I., Berezina N.A., 2010 и др.), многие аспекты функционирования фитали остаются неизученными. В литературе не обсуждается процесс восстановления поселений водорослей и трав после зимовки в эстуариях.

С 2008 г. в рамках комплексных исследований эстуарных экосистем зал. Петра Великого сотрудниками ФГУП «ТИНРО-Центр» начато изучение растительности эстуария реки Суходол. По результатам этих работ установлено, что основу первичной продукции здесь формируют водные травы *Zostera japonica* и *Ruppia maritima*, а также зеленые водоросли *Enteromorpha prolifera* и *Cladophora glomerata*. Исследованы структура и распределение растительности в летний и осенний сезоны (Гусарова И.С., Колпаков Н.В., Надточий В.А., 2009; Отчет, 2009). Цель настоящей работы состояла в изучении начала ростовых процессов и последующего восстановления поселений водорослей и трав после зимовки в эстуарии р. Суходол.

#### **Материал и методика**

Сбор материала проводили с начала апреля до начала августа 2010 г. Растения отбирали в разных участках от уреза воды до глубины их исчезновения (1,0 – 1,5 м). Всего выполнено 103 станции, отобрано 98 количественных проб. На каждой станции определяли общее проективное покрытие дна всеми видами (ОПП) и проективное покрытие каждым видом (ПП), проводили учет

видового состава и отбирали количественные пробы с площади 0,25 м<sup>2</sup> с последующим пересчетом на 1 м<sup>2</sup>. Одновременно определяли температуру и соленость воды. Выполнен объезд на лодке зарослей и оконтуривание поселений с помощью GPS-приемника. Для обнаружения ранних стадий развития водорослей и трав собирали камни, остатки отмерших растений и пробы грунта. В лаборатории с камней с помощью бритвенного лезвия счищали налет, готовили препараты и рассматривали их под микроскопом "Laboval 4" при увеличении 16x10 и 16x40. Для обнаружения корневищ водных трав, их проростков и семян пробы грунта промывали в сите, изготовленном из мельничного газа № 77. Для наблюдений за ростом и развитием трав, найденные семена посеяли в пластиковые контейнеры объемом 0,5 л со слоем грунта (илистый песок) около 2 см. Емкости наполняли морской водой с различной соленостью: 32, 15, 10, 5 и 0 ‰ (12 вариантов). Контейнеры с семенами выдерживались на свету и в тени при комнатной температуре на протяжении 30 суток.

Река Суходол имеет длину 49,7 км при максимальной ширине на приустьевом участке 100 м, протяженность эстуария около 2 км. Максимальная глубина 6 м. Прозрачность воды по диску Секки во время межени достигает 1,5 м, в период паводков не превышает 0,5 м. Ледостав происходит во второй половине ноября. Толщина ледового покрова 0,5 – 1,0 м. Ледоход наблюдается обычно в конце марта – начале апреля. В 2010 г. произошла задержка и ледоход начался в середине апреля. Полное очищение эстуария ото льда произошло в конце апреля. Соленость в течение года изменяется от 0,1 до 28,1‰. Грунты представлены мелкими фракциями – ил, илистый песок с включениями камней и гравия. Для удобства анализа растительности и флоры, эстуарий реки разделен на 3 района: I – лагуна на юго-западе (далее «лагуна»), II – центр эстуария (далее «остров») и III – здесь и далее «левый берег».

#### **Результаты и обсуждение**

В эстуарии р. Суходол в *начале апреля* средняя температура воды на поверхности составляла 0,8°C, на глубине 0,5 – 2 м – 0,6°C, соленость изменялась от 0,1 до 6,3‰.

Лед покрывал большую часть эстуария, его толщина местами достигала 70 см. Свободными ото льда были отдельные небольшие участки вдоль берега. Тем не менее, развитие растительности началось. Растения обнаружены в виде зеленоватого налета на камнях, иногда лежащих прямо на льду. Установлено, что налет сформирован проростками *E. prolifera*, *Ulortix implexa*, редкими нитями *S. glomerata*, *Stylonema alsidii*, *Spongomorpha duriuscula*, диатомовыми водорослями и колониальными цианобактериями (от 2 до 5 колоний в поле зрения микроскопа при увеличении 16x10). Также обнаружена слабо выраженная структура из клеток, по характерным признакам идентифицированная как ранняя стадия развития редкого вида зеленых водорослей рода *Ulvella* (рис. 1). В толще ила были обнаружены семена многолетних трав *Z. japonica* и *R. maritima* без признаков прорастания.



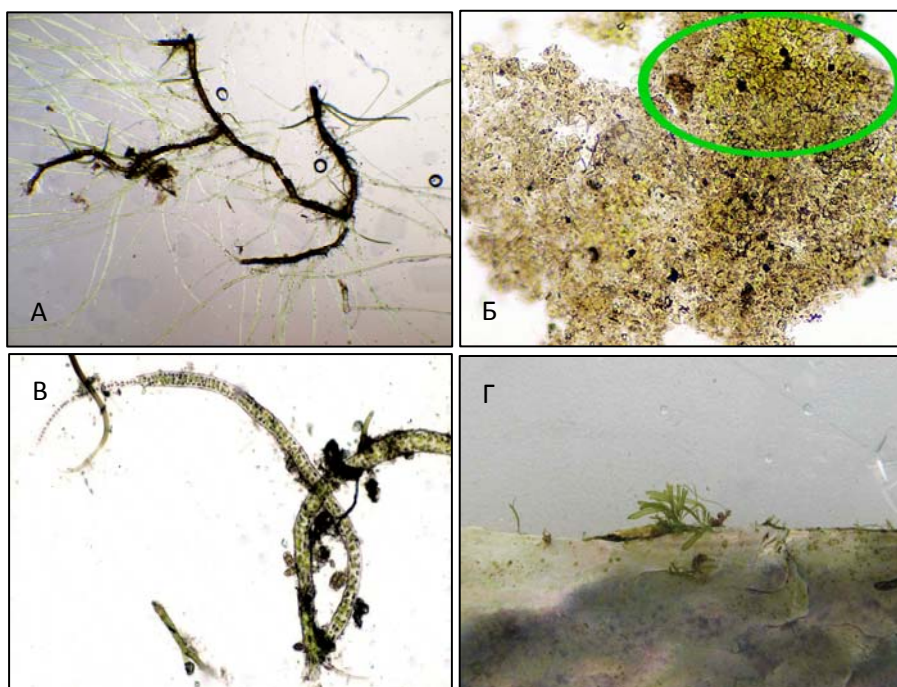


Рис. 1. Водоросли, формирующие зеленый налет на камнях:  
 А - *C. glomerata*, Б - *Ulvella sp.*, В - *S. alsidii*, Г - *E. prolifera*

Для оценки процесса формирования слоевищ, проростки кладофоры и энтероморфы выращивали в лаборатории, в условиях близких к естественным. При тщательном рассмотрении проростков, собранных в естественных условиях и выращенных в лаборатории, установлено, что нарастание молодых растений кладофоры происходит из клеток старых слоевищ прошлого года вегетации. Скорость роста слоевищ на ранних стадиях составляет от 1 до 4 мм в сутки. Энтероморфа прорастает из спор и последовательно формируется из однорядной нити в трубочку. Темп роста составляет от 1 до 3 мм в сутки.

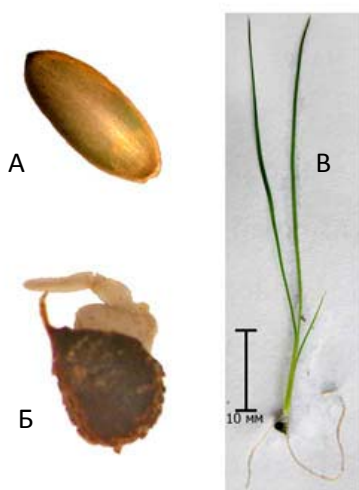


Рис. 2. Семена zostеры (А), руппии (Б) и проросток руппии (В)

Из-за абразивного воздействия льда и промерзания донных осадков в зимний период корневища трав (руппии и zostера) в эстуарии зимовку не переживают и их поселения функционируют по типу однолетних, ежегодно восстанавливаясь из семян. В подтверждение этому в грунте были обнаружены только семена этих двух видов трав (рис. 2). Семена руппии проросли в лабораторных условиях при солености от 0 до 15 ‰, на свету и в тени. Зафиксировано, что изначально проростки тонкие, неразветвленные, бледно-зеленые. На 3 – 4 день после прорастания, появляется боковой листок. На 5 день его длина уже составляет 5 – 7 мм при общей длине растения 15 – 17 мм. На 10 день эксперимента появляется второй листок, и длина отдельных растений достигает 55 мм. На 30 день длина растений составляла 150 мм без учета корневой системы. Средняя скорость роста при комнатной температуре на свету 2 – 3 мм в сутки, в тени – немного ниже от <1 до 1,5 мм в сутки. Не выявлено явной связи скорости прорастания руппии с соленостью воды, что, видимо, связано с эврибионтностью вида.

Выращивание семян zostеры на протяжении 30 суток не дало результата.

Таким образом, начало роста макрофитов зафиксировано в начале апреля. Следует отметить, что в это же время, по нашим наблюдениям, в бухте Суходол, в которую впадает река, среди выбросов обнаружены сформированные молодые слоевища зеленых водорослей (*Ulva fenestrata*, *Sp. duriuscula*) и *Z. marina*. Это показывает, что ростовые процессы в море начинаются быстрее, так как ледоход происходит раньше, а температура в прибрежной части в начале апреля, как правило, на 1 – 3 °С выше, чем в эстуарии.

Рассмотрим последовательность восстановления поселений водорослей и трав после появления первых признаков начала роста (рис. 3).

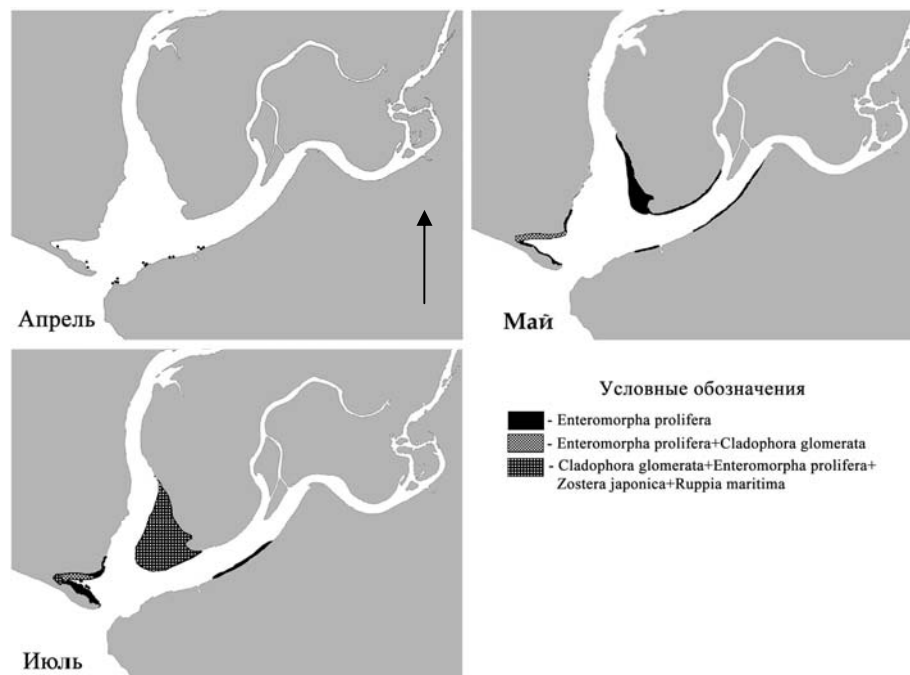


Рис. 3. Карта-схема распределения растительности в эстуарии р. Суходол

К середине апреля средняя температура воды на поверхности повысилась до  $3,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ , на глубине  $0,5 - 1\text{ м}$  – до  $2,3\text{ }^{\circ}\text{C}$ , а соленость составила  $0,2 - 1,0\text{ ‰}$ . Лед в основном сошел, только на отдельных участках сохранялись забереги. Уровень воды снизился на  $0,3\text{ м}$ . В эстуарии на мелководье отмечалось активное, по сравнению с началом месяца, развитие кладофоры и энтероморфы, длина слоевищ которых достигала  $20$  и  $120\text{ мм}$  соответственно.

В мае растительность слабо выражена и представлена молодыми слоевищами *E. prolifera* и *C. glomerata*. В конце мая при температуре  $9 - 14\text{ }^{\circ}\text{C}$  и солености  $0,1 - 3,5\text{ ‰}$  наблюдается прорастание семян руппии. По частоте встречаемости и биомассе преобладает *E. prolifera*, которая формирует монодоминантное сообщество, расположенное у острова, в лагуне и вдоль левого берега, то есть во всех трех районах. Водоросль растет пятнами площадью  $0,5 - 1,0\text{ м}^2$  и небольшими поясами шириной от  $0,2$  до  $2,0\text{ м}$ , протяженностью  $20 - 30\text{ м}$  при ОПП не более  $10\%$ , на пятне ПП выше – от  $50$  до  $60\%$ . Биомассы низкие и в зависимости от размеров растений и ПП изменяются от  $2$  до  $100\text{ г/м}^2$ . Разреженные смешанные заросли *E. prolifera* и *C. glomerata* обнаружены в лагуне (район I). Располагаются пятнами площадью  $1 - 2\text{ м}^2$  при ОПП  $5\%$ , на пятне ПП увеличивается до  $30 - 50\%$ . Биомасса первого вида изменяется от  $20$  до  $110\text{ г/м}^2$  (средняя  $47\text{ г/м}^2$ ), второго – от  $5$  до  $90\text{ г/м}^2$  ( $34\text{ г/м}^2$ ). Общая фитомасса зеленых водорослей определена в объеме  $1,25\text{ т}$ .

В июле при температуре воды  $15,4 - 24,4\text{ }^{\circ}\text{C}$  и солености  $2,3 - 18,8\text{ ‰}$ , облик растительности изменяется, так как в зарослях появляются травы. Сформировалось полидоминантное сообщество *Enteromorpha prolifera* + *Cladophora glomerata* + *Zostera japonica* + *Ruppia maritima*, характерное для лагуны и острова. Сложение мозаичное, иногда диффузное, поселение расположено равномерными пятнами площадью от  $3$  до  $10\text{ м}^2$ , ОПП  $30 - 50\%$  при ПП на пятне  $60 - 90\%$ . Биомасса энтероморфы составляет  $80 - 260\text{ г/м}^2$  (средняя  $140\text{ г/м}^2$ ), кладофоры  $70 - 180\text{ г/м}^2$  ( $120\text{ г/м}^2$ ), руппии  $5 - 110\text{ г/м}^2$  ( $40\text{ г/м}^2$ ) и zostеры  $10 - 180\text{ г/м}^2$  ( $90\text{ г/м}^2$ ). Суммарный запас растительности, по сравнению с маем увеличился более чем в  $5$  раз и достиг  $6,78\text{ т}$ .



Рис. 4. Формирование плавающих матов кладофоры

ность небольшими пятнами площадью менее 20 см<sup>2</sup> (рис. 4). В составе матов встречаются слоевища энтероморфы, а также редкие листья zostеры и руппии.

Исследования показали, что в июле завершается формирование основных сообществ макрофитобентоса, так как в последующие месяцы наблюдается изменение площадей и соотношение биомасс доминирующих видов, но состав сообществ остается без изменений.

#### **Выводы**

1. Показано, что начало ростовых процессов в эстуарии начинается в апреле при переходе температуры воды через 0°C. Выявлено, что молодые растения кладофоры прорастают преимущественно из частей старых слоевищ, энтероморфа появляется из спор, а поселения руппии и zostеры восстанавливаются из семян.

2. Начало весеннего роста макрофитов в эстуарии происходит позже, чем в море, из-за более позднего ледохода и прогревания воды.

3. Наблюдается высокий темп восстановления поселений водорослей и трав, так как суммарная фитомасса в эстуарии в период с мая по июль увеличилась в 5,4 раз. Таким образом, в эстуарии р. Суходол, формирование ценотической структуры растительности завершается в июле.

#### **Литература**

1. Афанасьев Д.Ф. Состояние и сукцессии макрофитобентоса на Азово-Черноморском шельфе России в конце XX – начале XXI веков: Автореф. дис. ... докт. биол. наук. Краснодар, 2010. – 40 с.

2. Гусарова И.С., Колпаков Н.В., Надточий В.А. Распределение растительности, макробентоса и рыб в эстуарии реки Суходол (южное Приморье) // Тез. докл. X Съезда Гидробиологического общества при РАН. Владивосток. 28 сентября – 2 октября 2009 г. – Владивосток: Дальнаука, 2009. – С. 111-112.

3. Гусарова И.С., Колпаков Н.В., Надточий В.А. Распределение растительности, рыб и макрозообентоса в эстуариях залива Петра Великого / Отчет о НИР. Архив ТИНРО. № 26734. 2009. – 36 с.

4. Berezina N.A., Golubkov S.M. Effect of drifting macroalgae *Cladophora glomerata* on benthic community dynamics in the easternmost Baltic Sea // J. Mar. Syst. 2008. Vol. 74. Suppl. 1. P. 80-85

5. Davis M.W., McIntire C.D. Effects of physical gradients on the production dynamics of sediment-associated algae // Mar. Ecol. Prog. Ser. 1983. Vol. 13. P. 103-114

6. Gubelit Y.I., Berezina N.A. The causes and consequences of algal blooms: the *Cladophora glomerata* bloom and the Neva Estuary (eastern Baltic Sea) // Mar. Pollut. Bull. 2010. Vol. 61. P. 183-188.

7. Kang Ch.-K., Choy E.J., Paik S.-K. et al. Contributions of primary organic matter sources to macroinvertebrate production in an intertidal salt marsh (*Scirpus triquetus*) ecosystem // Mar. Ecol. Prog. Ser. 2007. Vol. 334. P. 131-143

8. McGlathery K.J., Sundbäck K., Anderson I.C. Eutrophication in shallow coastal bays and lagoons: the role of plants in the coastal filter // Mar. Ecol. Prog. Ser. 2007. Vol. 348. P. 1-18

9. Parker J.D., Montoya J.P., Hay M.E. A specialist detritivore links *Spartina alterniflora* to salt marsh food webs // Mar. Ecol. Prog. Ser. 2008. Vol. 364. P. 87-95

УДК 504.4.054

### **ХАРАКТЕРИСТИКА СОСТОЯНИЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ ЭКОСИСТЕМЫ БАРЕНЦЕВА МОРЯ В 2010 г.**

**Н.Ф. Плотицына, А.Ю. Жилин (ФГУП ПИНРО, г. Мурманск)**

*Полученные результаты подтверждают низкий уровень загрязнения морской среды и ихтиофауны исследованных районов Баренцева моря, который не может оказать существенного влияния на состояние запасов промысловых рыб.*

Уровни загрязнения отдельных элементов экосистемы Баренцева моря определялись при химических анализах проб морской воды, донных осадков и промысловых рыб на содержание загрязняющих веществ в соответствии с нормативными документами и методическими руководствами [1-5]. Использовались современное аналитическое оборудование и методы капиллярной

газовой хроматографии, хромато-масс-спектрометрии, пламенной и непламенной атомно-абсорбционной спектрофотометрии. Качество аналитических работ оценивалось при участии лаборатории прикладной экологии и токсикологии ПИПРО в интеркалибровках с лабораториями норвежских институтов NIVA, Akvaplan-niva, NILU, а также Всероссийского НИИ метрологии им. Д.И. Менделеева (ВНИИМ), Санкт-Петербургского научно-исследовательского центра экологической безопасности РАН, ГУ НПО «Тайфун» Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды РФ (г. Обнинск).

Исходными данными для оценки состояния среды обитания промысловых рыб являлись пробы воды и донных осадков, отобранные в северных, южных и центральных районах Баренцева моря. Исследования охватывали следующие рыбопромысловые районы: Вайгачский, Кильдинская, Рыбачья, Финмаркенская, Демидовская банки, Центральное плато, Северо-западный склон Мурманской банки, Северо-восточный склон Мурманской банки, Западный Прибрежный район, Северный склон Мурманского мелководья, Северо-Центральный район, Центральный желоб, Северный склон Гусиной банки, Северный склон Канинско-Колгуевского мелководья, Центральная возвышенность, Возвышенность Персея, Район Надежды, Восточный склон Медвежинской банки. Всего проанализированы 90 проб воды и 25 проб донных осадков по 57 химическим показателям каждая.

Концентрации алифатических углеводородов в разные сезоны года в поверхностном слое воды варьировали от 0,84 до 6,6 мкг/л, в придонном слое – от 0,56 до 4,3 мкг/л и не превышали рыбохозяйственную предельно допустимую концентрацию (ПДК<sub>р/х</sub>) 50 мкг/л [6]. Отношение концентраций изопреноидов пристана и фитана в толще воды изменялось от 0,2 до 0,9, т.е. было меньше 1 (пристан/фитан < 1), что указывает на преобладание алифатических углеводородов нефтяного происхождения [7].

Общая концентрация полициклических ароматических углеводородов (ΣПАУ) в воде Баренцева моря в разные сезоны года находилась в широком диапазоне. В поверхностном слое воды она изменялась от 0,96 до 122 нг/л, в придонном – от 0,41 до 144 нг/л, превышая глобальный фоновый уровень 20 нг/л. Более высокие концентрации ПАУ характерны для атлантических и баренцевоморских вод. Суммарные концентрации канцерогенных соединений – ΣКПАУ (бенз(а)антрацен, бенз(б)флуорантен, бенз(к)флуорантен, бенз(а)пирен, индено(1,2,3-сд)пирен и дибенз(а,һ)антрацен) варьировали от 0,03 до 6,3 нг/л в поверхностном слое и от 0,03 до 5,7 нг/л в придонном слое воды, в основном, не превышая 1,5 % от общей концентрации ПАУ. Из индивидуальных ПАУ в воде исследованных районов доминировали нафталин, 2-метилнафталин, 1-метилнафталин, фенантрен, являющиеся продуктами сгорания ископаемого топлива и органического сырья [8].

Хлорорганические пестициды в воде Баренцева моря были представлены остаточными количествами α-,β-,γ-изомеров гексахлорциклогексана (ГХЦГ) и метаболитов дихлордифенилтрихлорэтана (ДДТ). Суммарные концентрации изомеров гексахлорциклогексана в поверхностном слое воды изменялись от 0,16 до 5,8 нг/л, в придонном – от 0,15 до 5,7 нг/л, Суммарные концентрации метаболитов ДДТ варьировали от 0,16 до 1,8 нг/л в поверхностном слое воды и от 0,12 до 1,4 нг/л в придонном. Отношение концентраций α-ГХЦГ/γ-ГХЦГ >1 и p,p'-ДДТ/p,p'-ДДЕ <1 свидетельствовало о «старом» характере загрязнения [9, 10]. Концентрации гексахлорбензола и изомеров хлордана в исследованных водах были ниже предела обнаружения применяемого метода анализа.

Суммарные концентрации полихлорбифенилов (ПХБ) в разные сезоны года в поверхностном слое воды Баренцева моря изменялись от 0,10 до 7,5 нг/л, в придонном слое – от 0,10 до 3,8 нг/л. Определенной зависимости в распределении ПХБ в толще воды не наблюдалось, тем не менее, на большинстве станций в поверхностном слое они были выше, чем в придонном. Из индивидуальных конгинеров ПХБ в воде Баренцева моря доминировали соединения, входящие в состав промышленных смесей типа Aroclor (российские аналоги – совол и совтол) [11]. В поверхностном и придонном слоях воды на всех станциях суммарные концентрации определяемых хлорорганических пестицидов и полихлорбифенилов не превышали рыбохозяйственную ПДК 10 нг/л [6].

Концентрации 11 микроэлементов (медь, цинк, никель, хром, марганец, кобальт, свинец, железо, кадмий, мышьяк и ртуть) в водах исследованных районов Баренцева моря в различные сезоны года имели тенденцию к повышению в направлении с запада на восток и были значительно ниже рыбохозяйственных ПДК. Концентрации свинца в поверхностном слое воды варьировали от 0,10 до 1,4, а в придонном – от 0,10 до 1,3 мкг/л, кадмия – от 0,01 до 1,3 в поверхностном и от 0,01 до 0,90 мкг/л в придонном слое воды, мышьяка – от 0,10 до 0,80 в поверхностном слое и от 0,10 до 0,80 мкг/л – в придонном. Концентрации ртути в толще воды изменялись от

аналитического нуля до предельно допустимой концентрации 0,10 мкг/л [6, 12].

Содержание алифатических углеводородов в верхнем слое (1-3 см) донных осадков Баренцева моря варьировало от 0,19 до 6,8 мкг/г сухой массы. *n*-парафины представлены широким спектром углеводородов от C<sub>10</sub> до C<sub>30</sub>. Из изопреноидов были идентифицированы пристан (*i*C<sub>19</sub>) и фитан (*i*C<sub>20</sub>), отношение которых можно использовать как индикатор степени превращения углеводородов, их природы и условий нахождения в донных осадках. В составе алифатических соединений большинства проб отмечены углеводороды как биогенного происхождения, так и нефтяного, о чем свидетельствует динамика соотношения пристан/фитан > 1 или ≤ 1. Нормативы содержания *n*-парафинов в донных осадках отсутствуют. Общее содержание *n*-парафинов в донных осадках исследованных районов Баренцева моря было значительно ниже техногенного фоновый уровень, характерного для верхнего слоя донных осадков Западно-Арктического шельфа – 340 мкг/г сухой массы [13, 14].

Общее содержание 19-ти полициклических ароматических углеводородов (ΣПАУ) в донных осадках Баренцева моря находилось в диапазоне 1,51 - 300 нг/г сухой массы осадка. Суммарное содержание канцерогенных ПАУ (ΣКПАУ) (бенз(а)антрацен, бенз(б)флуорантен, бенз(к)флуорантен, бенз(а)пирен, индено(1,2,3-сд)пирен и дибенз(а,н)антрацен) изменялось от 0,14 до 137 нг/г сухой массы осадка и составляло 4- 45 % от ΣПАУ в донных осадках Баренцева моря. В донных осадках Баренцева моря на большинстве станций из индивидуальных ПАУ преобладали нафталин, 1- и 2-метилнафталины, фенантрен и бенз(б)флуорантен, в сумме составляющие от 31 до 96 % всех ПАУ.

В качестве одного из критериев происхождения ПАУ в донных осадках Баренцева моря использовалось отношение суммы концентраций низкомолекулярных ПАУ (ΣНМС) к сумме концентраций высокомолекулярных ПАУ (ΣВМС), которое для большинства станций больше 1, что указывает на петрогенное происхождение ПАУ [15].

В целом, полученные результаты свидетельствуют о сравнительно невысоком содержании полициклических ароматических углеводородов в донных осадках. В Российской Федерации отсутствуют нормативы содержания ПАУ в морских донных осадках. В соответствии с классификацией уровней загрязнения морских донных осадков, принятой Норвежской Государственной Инспекцией по контролю загрязнения окружающей среды (SFT), содержание ПАУ и бенз(а)пирена в донных осадках исследованных районов Баренцева моря не превышало фоновых уровней - <300 и <10 нг/г сухой массы соответственно [16]. Таким образом, содержание ПАУ в верхнем слое донных осадков исследованных районов Баренцева моря соответствовало фоновому уровню. Полициклические ароматические углеводороды в верхнем слое донных осадков имеют, в основном, петрогенное происхождение.

Из хлорорганических пестицидов в исследованных донных осадках преобладали остаточные количества α, β, γ-изомеров гексахлорциклогексана (ГХЦГ) и метаболитов ДДТ. Суммарное содержание ДДТ в донных осадках на всех станциях изменялось от 0,37 до 7,3 нг/г сухой массы и превышало техногенный фоновый уровень 0,5 нг/г сухой массы, что соответствовало категориям «умеренно загрязненные» и «заметно загрязненные» [16].

Содержание ПХБ в донных осадках Баренцева моря варьировало от 0,67 до 2,1 нг/г сухой массы и не превышало техногенный фоновый уровень 5 нг/г сухой массы [16]. В верхнем слое донных осадков преобладали тетра-, пента- и гексахлорированные бифенилы с номерами 52, 118, 138, 153 (более 60 %), доминирующие в составе промышленных смесей.

В донных осадках исследованных районов Баренцева моря содержание микроэлементов варьировало в следующих интервалах: для меди - 0,71 - 25,7, цинка – 3,00 - 36,0, никеля – 1,00 – 39,7, хрома – 2,62 – 44,8, марганца – 415 – 1511, кобальта – 1,42 – 11,8, свинца – 4,60 - 29,8, мышьяка – 17,6 – 43,3, кадмия – 0,11 – 1,30 мкг/г сухой массы. В России отсутствуют нормативы содержания тяжелых металлов в морских донных осадках. Согласно критериям загрязненности морских осадков, принятым в Норвегии, по содержанию мышьяка все исследованные донные осадки относятся к категории «умеренно загрязненные». По содержанию кадмия донные осадки на большинстве станций соответствовали категориям «умеренно» и «заметно» загрязненные [16]. Содержание остальных металлов соответствовало природным фоновым уровням.

Представленные результаты подтверждают низкий уровень загрязнения морской среды и согласуются с ранее полученными данными по загрязнению воды и донных осадков исследованных районов Баренцева моря (рис. 1). В перспективе наблюдаемый уровень загрязнения морской среды не окажет существенного влияния на состояние запасов промысловых видов гидробионтов в этих районах моря.

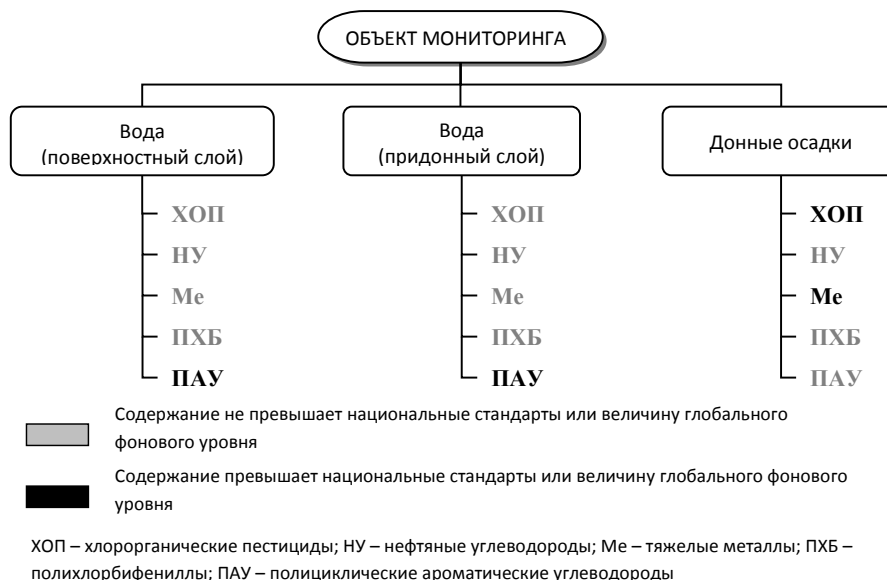


Рис. 1. Загрязняющие вещества в экосистеме Баренцева моря в 2010 г.

Выполнены определения содержания загрязняющих веществ в рыбах Баренцева моря, выловленных в различных промысловых районах: Западно-центральный район, Центральный желоб, Рыбачья банка, Кильдинская банка, Западный прибрежный район, Восточный прибрежный район, Мурманское мелководье, Северо-Восточный склон Мурманской банки, Северный склон Мурманского мелководья, Северо-Центральный район, Северо-Канинская банка, Западный склон Гусиной банки, Северный склон Гусиной банки, район Надежды, Возвышенность Персея, Западный желоб. Всего проанализировано 320 проб (168 проб мышц и 152 пробы печени) по 57 химическим показателям каждая. Анализировались пробы мышц и печени трески, пикши, камбалы-ерша, зубатки пестрой (пятнистой) и палтуса синекорого (черного).

Содержание алифатических углеводородов (н-парафинов) в мышцах трески в различные сезоны года варьировало от 0,03 до 0,65 мкг/г сырой массы. В печени трески оно было значительно выше – 0,11-6,2 мкг/г. Наибольшее содержание н-парафинов определено в мышцах трески из Северо-Центрального промыслового района, а в печени – из Западного Прибрежного района. Содержание н-парафинов в мышцах исследованных экземпляров пикши изменялось от 0,06 до 24,6, камбалы-ерша – от 0,21 до 15,3, зубатки пятнистой (пестрой) – от 0,20 до 1,46, палтуса синекорого (черного) – от 0,17 до 2,35 мкг/г сырой массы. Наибольшее содержание алифатических углеводородов определено в мышцах пикши из района Северо-восточный склон Мурманской банки. Соотношение содержания изопреноидов пристан/фитан > 1,5 как в мышцах, так и в печени рыб указывало на биогенное происхождение алифатических углеводородов [17, 18].

Полученные результаты также свидетельствовали о низком уровне загрязнения промысловых рыб Баренцева моря полициклическими ароматическими углеводородами (ПАУ), в том числе проявляющими канцерогенную активность. В различные сезоны года среди ПАУ доминировали нафталин, 2-метилнафталин, фенантрен, не проявляющие канцерогенную активность [19].

Содержание хлорированных углеводородов в мышцах и печени исследованных рыб было ниже допустимых уровней, установленных санитарными правилами и нормами для морских рыб и морепродуктов (рис. 2) [20].

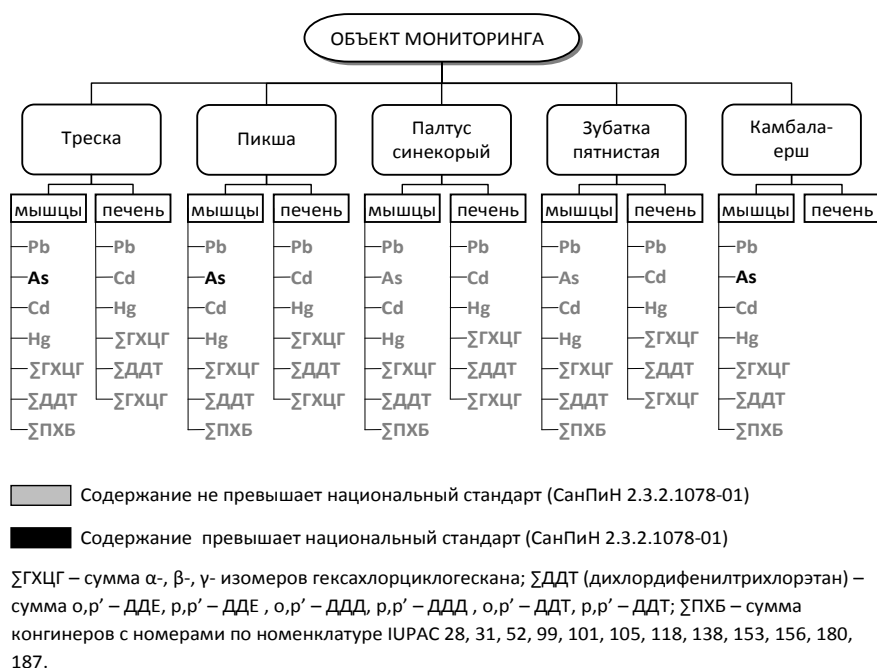


Рис. 2. Загрязняющие вещества в объектах промысла Баренцева моря в 2010 г.

Наибольшее содержание хлорорганических пестицидов (ХОП) обнаружено в мышцах и печени рыб, выловленных в прибрежных промысловых районах Кильдинская банка, Западный прибрежный и Восточный прибрежный, а также на Мурманском мелководье. Преобладание содержания изомеров α-ГХЦГ над γ-ГХЦГ и р,р'-ДДЕ над р,р'-ДДТ в мышцах и печени исследованных рыб указывало на «старое» загрязнение этими пестицидами среды их обитания.

Из 12 определяемых полихлорбифенилов (ПХБ) доминировали конгинеры с номерами 118, 138, 153, входящие в состав промышленных смесей типа Aroclor (российские аналоги совол и совтол) [21]. В мышцах круглых рыб (треска и пикша) содержание полихлорбифенилов было ниже, чем у плоских рыб (камбала-ерш, зубатка пятнистая, палтус черный). Наибольшее содержание ПХБ определено в более жирной печени трески и пикши, значительно меньше ПХБ содержалось в печени плоских рыб. Самое высокое содержание ПХБ обнаружено в печени трески, выловленной в Западном прибрежном районе (730 нг/г), и в печени пикши из Восточного прибрежного района (1100 нг/г сырой массы).

Из 11 определяемых микроэлементов только в мышцах некоторых экземпляров трески, пикши и камбалы-ерша отмечено значительное превышение нормативного содержания мышьяка 13,6, 22,2 и 8,10 мкг/г сырой массы соответственно. Содержание остальных микроэлементов в мышцах и печени исследованных рыб соответствовало фоновым уровням (см. рис. 2) [20, 22].

## Литература

1. Руководство по химическому анализу морских вод (РД 52.10.243-92). – СПб.: Гидрометеоздат, 1993. – 264 с.
2. Методические указания по определению загрязняющих веществ в морских донных отложениях № 43. – М.: Гидрометеоздат, 1979. – 36 с.
3. Методы определения токсичных загрязняющих веществ в морской воде и донных осадках //Тр./ ГОИН. 1981. Вып. 162. – 93 с.
4. Методические основы комплексного экологического мониторинга океана. – М.: Гидрометеоздат, 1988. – 98 с.
5. ICES Guidelines for Monitoring Contaminants in Fish and Shellfish and in Sediments/ Six Year review of ICES Coordinated Monitoring Programmes // Coop. Res. Report. 1984. №. 126. P. 96–100.
6. Нормативы качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативы предельно допустимых концентраций вредных веществ в водных объектах рыбохозяйственного значения. Утверждены Приказом Росрыболовства № 20 от 18.01.2010 г. URL: <http://fish.gov.ru/lawbase/Documents/Изданные/100020a.pdf> (дата лбращения: 01.02.2011).
7. О дифференциации углеводородов нефтяного и биологического происхождения в морской воде методом газовой хроматографии / Руденко Б.А, [и др.] // Тр./ ГОИН. 1981. Вып. 162. –

С.87–93.

8. Ровинский Ф.Я., Теплицкая Т.А., Алексеева Т.А. Фоновый мониторинг полициклических ароматических углеводородов. – Л.: Гидрометеиздат, 1988. – 275 с.

9. Орлова И.Г. Хлорированные углеводороды в морских экосистемах. С.Пб., 1992. – 107 с.

10. Chernyak S. M., McConnel L.L., Rice C.B. Fate of some chlorinated hydrocarbons in arctic and far eastern ecosystems in the Russian Federation // Sci. Total Environ. 1995. V. 160/161. P. 75-85.

11. Nisbet I.C.T., Sarofim A.E. Rates and routes of transport of PCBs in the environment // Environ. Health Respect. 1972. V. 1. P. 21–38.

12. Мур Дж., Рамамурти С. Тяжелые металлы в природных водах: контроль и оценка влияния: Пер. с англ. – М.: Мир, 1987. – 288 с.

13. Пересыткин В.И., Александров А.В. Поступление и особенности распределения алканонафтеновых углеводородов в донных осадках Кандалакшского залива Белого моря //Океанология. 1996. Т. 36. № 5. – С. 727–734.

14. Гуревич В.И. Современный седиментогенез и геоэкология Западно-Арктического шельфа Евразии. – М.: Научный Мир, 2002. – 135 с.

15. Soclo H.H., Garrigues Ph., Ewald M. Origin of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAHs) in Coastal Marine Sediments: Case Studies in Cotonou (Benin) and Aquitaine (France) Areas // Mar. Poll. Bull. 2000. V.40. № 5. P. 387–396.

16. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. Veiledning / J. Molvær, J. Knutzen, J. Magnusson, B. Rygg, J. Skei, J. Sørensen // SFT Veiledning, 1997. 97:03. 36 pp. (In Norwegian).

17. Миронов О. Г., Щекатурина Т. Л. Метод определения углеводородов в морских организмах // Методы исследования органического вещества в океане. М.: Наука, 1980. С. 269-274.

18. The alkanes of marine organisms from the United Kingdom and surrounding watters/Whittle K. J., Mackie P. R. Hardy R., et al. // Rapp. P.-V. Peun. Cons. int. Explor. Mer. 1977. V. 171. P. 72–78.

19. Polycyclic aromatic compounds in cod (*Gadus morhua*) from the Northwest Atlantic and St. Lawrence estuary/ Hellou J. , Upshall C., Payne J. F. Hodson P. V. // Sci. Total Environ. 1994. V.145. №. 1-2. P. 71–79.

20. Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов (СанПиН 2.3.2. 1078-01. М.: Минздрав РФ, 2002. – 164 с.

21. Стойкие органические загрязнители: пути решения проблемы /Худолей В.В. [и др.]. – СПб.: НИИХ СПбГУ, 2002. – 363 с.

22. Морозов Н. П., Петухов С.А. Микроэлементы в промысловой икhtiофауне Мирового океана – М.: Агропромиздат, 1986. – 160 с.

УДК 504.062

## **ПЛАТНОСТЬ КАК ОДНА ИЗ СОСТАВЛЯЮЩИХ МЕХАНИЗМА УПРАВЛЕНИЯ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕМ И ЕЕ НЕДОСТАТКИ**

*Л.В.Ромейко, Т.С. Полупанова (Камчат ГТУ)*

*Анализ рассмотренных экономических методов позволяет прийти к выводу о том, что в условиях экономической нестабильности и сложной экологической обстановки, которая сложилась в Российской Федерации, наиболее эффективным средством являются государственные субсидии в виде мягких кредитов и налоговых льгот. Существующая система платежей за загрязнение окружающей природной среды имеет ряд существенных недостатков, главный из них – низкий уровень платежей. Плата за загрязнение настолько мала, что предприятиям стало гораздо выгоднее загрязнять окружающую среду, вносить за это плату в экологические фонды и не осуществлять природоохранные мероприятия.*

Экономические методы управления охраной окружающей природной среды позволяют предоставить предпринимателю свободу в совершении природоохранных действий в соответствии с его выгодой. Эти методы нацеливают на улучшение состояния окружающей среды в соответствии с требованиями общества. Экономические методы влияют на соотношение цен на продукцию и принимают активное участие в рыночных отношениях. В то же время, сами экономические методы основываются на своеобразных ценах. Правильное установление таких цен предопределяет успех или неудачу использования соответствующего экономического метода. Например, платежи выполняют в основном перераспределительные функции, так как их уровень относительно низок для непосредственного влияния на поведение природопользователей, а пе-



речисляемые средства обычно используются для строительства очистных сооружений, научных исследований. Правильно установленные платежи могут существенно повлиять на затраты предприятия-производителя и на его конкурентоспособность.

Плата за загрязнение определяется с учетом объема отходов (состав — выбросы в атмосферу, сбросы загрязненных стоков, твердые отходы). Ее применение соответствует принципу «загрязнитель платит», но используется лишь в редких случаях, поскольку не имеет достаточно стимулирующей роли для предприятия-загрязнителя. Это объясняется тем, что если удастся определить справедливую в отношении конкретного предприятия-загрязнителя плату за загрязнение, то она оказывается очень сложной в расчетах для использования. Упрощение расчета приводит к отклонению от справедливых величин. Во Франции суммы от поступления платы за загрязнение окружающей природной среды составляют лишь 0,03% от валового национального продукта, что составляет в расчете на одного жителя 4 евро/год; в Германии — 0,015% от ВВП (2 евро/год).

В отношении крупных предприятий-загрязнителей используется плата, которая применяется для пользователей очистных сооружений общественного пользования (плата за услуги местных властей). Этот метод соответствует принципу «загрязнитель платит» и снижает расходы на мониторинг.

Весьма интересен метод платы за продукцию, представляющий собой надбавку к цене продукции, которая в процессе производства или в процессе потребления загрязняет окружающую природную среду. К такому виду продукции можно отнести, например, моторные масла. Здесь отсутствуют критерии четкого разграничения производителей и потребителей, поскольку и те и другие загрязняют окружающую природную среду данным продуктом (при его производстве или потреблении). Очевидно и противоречие — чем больше производство опасных продуктов, тем больше средств получает общество. Этот метод используется пока лишь в Финляндии и Норвегии. Однако данный метод имеет большие перспективы.

Административные налоги представляют собой плату за контролируемые действия местных природоохранных органов. Они носят характер перераспределения средств и считаются неэффективными.

Дифференциация налогов предполагает использование льготных налогов для предприятий, выпускающих «чистую» продукцию и завышение нормативов налога для предприятий, выпускающих «грязную» продукцию. Недостатком метода является то, что его применение ведет к нейтрализации поступлений в бюджет. Заметим, что метод соответствует принципу «загрязнитель платит» и прост в реализации на практике, что указывает на перспективность применения метода.

Субсидии представляют собой временную или безвозмездную государственную денежную помощь природопользователям во время введения новых экологических требований. Такие субсидии могут получать только те предприятия, продукция которых является необходимой обществу, обеспечивает его жизнедеятельность или безопасность государства. Существует несколько вариантов субсидий: гранты (стипендии), мягкие ссуды или целевые низкопроцентные кредиты, применение льгот в налогообложении предприятий. Гранты применяются в тех случаях, когда предприятие-загрязнитель намерено, но не обязано реализовывать важные природоохранные мероприятия, имеющие общегосударственное или региональное значение. Мягкие ссуды или целевые низкопроцентные кредиты предоставляются предприятиям для реализации определенных природоохранных мероприятий. Льготы в налогообложении стимулируют предприятия-загрязнители к реализации природоохранных мероприятий.

Система залогов представляет собой систему страховых взносов, включаемых в цены на потенциально опасную продукцию. При сборе и передаче для утилизации в мусороперерабатывающих предприятиях страховая сумма (залог) возвращается потребителю. Такой метод широко используется для стимулирования сбора тары, аккумуляторов, электрических батареек и др. Способ широко используется для ограниченного круга вида продукции. Обычно производители не заинтересованы в применении системы залогов, поскольку суммарные затраты на сбор, транспортировку и переработку отходов выше суммы дополнительных доходов.

Применение рыночных принципов состоит в свободной продаже и покупке права на фактическое или потенциальное загрязнение окружающей природной среды.

Анализ рассмотренных выше экономических методов позволяет прийти к следующему выводу: в условиях экономической нестабильности и сложной экологической обстановки, которая сложилась в Российской Федерации, наиболее эффективным средством являются государственные субсидии в виде мягких кредитов и налоговых льгот. Использование рыночного механизма купли-продажи лицензий на загрязнение окружающей природной среды следует развивать, однако этот метод в своей основе имеет отрицательные нравственные корни. В то же время возможна модификация данного

метода в рамках федеральной программы, тогда метод получает другую, нравственно оправдываемую основу — выполняется принцип «загрязнитель платит». Метод играет стимулирующую роль и участвует в функции перераспределения денежных средств.

Опыт многих стран показывает, что в период становления экономических методов управления охраной окружающей среды и достижения определенных экологических стандартов ее качества взимание платы за загрязнение во внебюджетной форме было в той или иной степени присуще большинству стран. По мере достижения определенного уровня экономического развития, стабилизации качественного состояния окружающей среды осуществлялся переход к налоговой форме взимания платы за загрязнение.

В России при введении в практику хозяйственной и экономической жизни принципа «загрязнитель платит» была установлена внебюджетная форма взимания платы за загрязнение, основная часть (90%) которой поступает в государственные внебюджетные экологические фонды.

Существующая система платежей за загрязнение окружающей природной среды имеет ряд существенных недостатков, главный из них — низкий уровень платежей. Плата за загрязнение сейчас настолько мала, что предприятиям стало гораздо выгоднее загрязнять окружающую среду, вносить за это плату в экологические фонды и не осуществлять природоохранные мероприятия. В России, например, базовые ставки за сброс фосфора и азота в водные объекты соответственно в 165 и 900 раз меньше, чем в Германии.

Практика применения действующей системы платы показала, что основные ее недостатки состоят в следующем:

- нормативы платы за загрязнение установлены не на все загрязняющие вещества, образующиеся на предприятиях.
- многие предприятия (особенно небольшие) обладают слабой материальной базой контроля, поэтому плата за загрязнение является заниженной даже по тем веществам и ингредиентам, для которых имеются нормативы платы.
- в силу изменившихся экономических и других условий нуждается в уточнении нормативная база платы за загрязнение.
- в действующей системе платы за загрязнение недостаточно учтен фактор изменения стоимостных и ценовых пропорций. Коэффициенты индексации платы за загрязнение не сопоставимы с фактическими темпами роста инфляции, поэтому накопленные за счет нее средства быстро обесцениваются.
- текущая ситуация неплатежей приводит к трудностям в сборе денег, т.е. на систему платы за загрязнение оказывают влияние конкретные проблемы переходной экономики.
- системой платы не охвачены некоторые распространенные виды негативного воздействия на окружающую среду (бактериологическое, радиационное и др.).
- действующая государственная система мониторинга выбросов становится весьма дорогостоящей и требует совершенствования.

Тем не менее применение действующего механизма определения и взимания платы за загрязнение окружающей среды доказало его жизнеспособность и правильность основных применяемых принципов. За прошедшие годы перечень реально поступающих в окружающую среду и контролируемых загрязняющих веществ значительно расширился, в связи с этим был расширен перечень загрязняющих веществ, по которым устанавливаются базовые нормативы платы.

Базовые нормативы платы, несмотря на ежегодную индексацию, абсолютно неадекватны изменившимся экономическим условиям, стоимостным и ценовым пропорциям, действовавшим на период их установления,

Новые ставки базовых нормативов платы за загрязнение начали вводиться с 2000 года. Основным критерием для определения размера платы за загрязнение при реализации ее аккумулятивной функции является размер необходимых затрат на мероприятия по охране окружающей среды, обеспечивающих улучшение и стабилизацию качественного ее состояния.

В идеальном случае система платного природопользования должна включать как платежи, так и налоги. Налог должен устанавливаться за выбросы (сбросы) загрязняющих веществ в пределах стандарта, а платежи за выбросы (сбросы) — в пределах между стандартом и лимитом и сверхустановленного лимита. Экологический налог должен представлять собой своеобразную плату за пользование ассимиляционным потенциалом территории, взиматься в бюджет и использоваться на социально-экономические нужды общества.

Платежи должны направляться в экологические фонды и использоваться на природоохранные цели. В дальнейшем следует ввести плату на охрану и восстановление ассимиляционного потенциала территории, а остальные платежи превратить в налоги. Экологический налог на вы-

бросы загрязняющих веществ в пределах стандарта должен включаться в себестоимость продукции и, соответственно, в ее цену. В этом случае за загрязнение природной среды платит потребитель и загрязнитель. Потребитель платит за выброс (сброс) загрязняющих веществ в пределах стандарта, то есть за то количество загрязнений, которого нельзя избежать при внедрении лучшей из имеющейся в мировой практике техники и технологии.

Это позволит стимулировать внедрение в практику новых экологически чистых технологий и видов производств.

### Литература

1. Скобелева Л.А., Храмцов Д.Ю., Пильманова Э.М. Экологический и технический надзор (практика осуществления). – М.: ТК Велби, Изд-во Проспект, 2008. – 320 с.
2. Фурман Р.Х. Выбор экономической политики в программе охраны окружающей среды // Экономика и математические методы. – 1992. – Т 28, Вып. 5–6. – С. 635–701 с.
3. Экономика природопользования./Под ред. проф. В.Н. Лопатина. – 2-е изд., перераб. и доп. – М: ЮНИТИ-ДАНА, Единство, 2003. – 519 с.

УДК 57

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ РОДА *PORPHYRA* (*RODOPHYTA*, *BANGIALES*) И ЗАДАЧИ ЕЁ ИЗУЧЕНИЯ В ПРИКАМЧАТСКИХ ВОДАХ

А.А. Сёмина (КамчатГТУ)

*Обсуждаются биологические, биохимические характеристики, продуктивность представителей рода *Porphyra* и объем этого рода. Приведены сведения о составе массовых видов рода в альгофлоре Камчатки и рассмотрены перспективы его использования в прикамчатских водах.*

Представители рода *Porphyra* относятся к отделу красные водоросли или багрянки (*Rhodophyta*). Они достаточно распространены по всей территории Северной Пацифики, в том числе и у побережья Камчатского полуострова. В альгофлоре прикамчатских вод род *Porphyra* относится к числу потенциально промысловых [1].

От многих других красных водорослей порфира отличается высоким содержанием белка, до 25-50% от сухой массы. Кроме этого ее представители включают в свой состав различные микроэлементы, витамины (А, С, а также витамины группы В), 18 аминокислот, глутаминовую и аспарагиновую кислоту [2]. Запасным продуктом является полисахарид «багрянковый крахмал», приобретающий от иода буро-красный цвет. По химической природе он занимает промежуточное положение между крахмалом и гликогеном. Помимо багрянкового крахмала у порфиры имеются весьма интересные углеводы – сульфированные галактаны (полимеры галактозы, содержащие серу), в основном, каррагинан [3].

В хроматофорах клеток порфиры помимо хлорофиллов и каротиноидов содержатся ещё и водорастворимые пигменты – фикобилины: фикоэритины красного цвета, фикоцианины и алло-фикоцианин синего цвета. От соотношения этих пигментов зависит окраска таллома водоросли, которая варьируется от малиново-красной (преобладание фикоэритина) до голубовато-стальной (преобладание фикоцианина) [4].

Все виды обсуждаемого рода имеют гетероморфный дипло-гаплобионтный цикл, в котором слоевище гаметофита представляет собою тонкую пластину (одно- или двухслойную), высотой до 20-40 см и шириной 2-20 см [1], а спорофит представляет собой микроскопические разветвленные нити. Порфирам свойственно бесполое размножение, осуществляемое моноспорами. У красных водорослей оно встречается достаточно редко. Половой процесс представляет собой 2-хступенчатый процесс. На первом этапе гаметофит образует карпогоны и сперматангии. Они образуются из вегетативных, преимущественно периферических клеток. Карпогоны при этом имеют более или менее выраженный сосочкообразный выступ или короткий вырост – прототрихогину. На втором этапе оплодотворенная зигота в результате 2-7 последовательных периклиналильных и антиклиналильных делений формирует карпоспоры. Спермации образуются также в результате 4-13 последовательных периклиналильных и антиклиналильных делений сперматангия.

Растения, несущие половые продукты, бывают одно- или двудомные при этом участки с карпоспорами имеют более темную, чем в стерильной части, обычно тёмно-красную окраску, а участки со спермациями – бледно-жёлтую. Слоевище спорофита в научной литературе носит название *Conchocelis* и, как говорилось выше представляет собой микроскопические, разветвлённые, стелющиеся нити, соседние клетки которых соединены поровыми связями. Спорофиты порфиры развивается преимущественно на раковинах моллюсков. Нейтральные споры образуются из вегетативных клеток на пластинах нормальных размеров вместе с органами полового размножения или без них, а также на карликовых и микроскопических пластинах. На нитях конхоцелиса развиваются моноспоры или конхоспоры. Конхоспоры образуются в специализированных веточках. Таким образом в цикле порфиры карпоспоры образуют нити конхоцелиса, которые продуцируют конхоспоры, после их прорастания вновь образуются пластины порфиры [5].

Моноспорами называют споры, которые образуются по одной в клетке в результате преобразования всего протопласта. Они формируются гаметофитами, так и спорофитами. Моноспора не имеет жгутика и оболочки, после выхода из материнской клетки они способны к амёбоидному движению. Образуются в любой клетке слоевища и до выхода не отличаются от вегетативных клеток [3].

Обитают виды рода Порфира, главным образом, на литорали на жёстких грунтах или в виде эпифитов на других водорослях. Некоторые виды образуют узкие самостоятельные пояса, главным образом, в верхнем и среднем горизонтах литорали. Некоторые представители рода участвуют в формировании подлеска ламинариевых водорослей в сублиторальной кайме, поселяясь на грунте или других водорослях [1]. Пластинчатая стадия в условиях Камчатки вегетирует в тёплую половину года. Большинство литоральных видов начинают развитие у южной Камчатки только с середины лета, реже в конце мая или начале июня при достаточном прогреве воды. Литоральные представители рода могут давать 100%-ное проективное покрытие и образовывать биомассу до 1 кг/м<sup>2</sup>, что, примерно, в 10 раз выше, чем у зелёной водоросли *Ulva*, однако в 10 раз меньше, чем у бурой водоросли *Laminaria* [1, 6].

Во флоре Камчатки обсуждаемый род представлен 12 видами. Наибольшее распространение имеют такие как *Porphyra abbottae* Krishn. (Порфира Абботта), *Porphyra miniata* (Ag.) Ag (Порфира красная), *Porphyra variegata* (Kjellm.) Hus (Порфира пёстрая), *Porphyra ochotensis* Nagai (Порфира охотская) и *Porphyra pseudolinearis* Ueda (Порфира ложнолинейная), *Porphyra kurogii* Lindstr. (Порфира Куроги) [1].

В настоящее время известно, что водоросли, обладая уникальным химическим составом, могут быть использованы как в пищевой, так и в лекарственной промышленности. Содержащиеся в них вещества обладают противосклеротическим действием, улучшая функцию кроветворения в организме, являются антиоксидантами и таким образом противостоят процессам преждевременного старения, которым подвержен человеческий организм в условиях современного мира [1].

Современная водорослевая промышленность в зарубежных приморских странах ориентируется в значительной степени на выпуске полисахаридов с уникальными свойствами, отсутствующими у других природных соединений, таких как, например, каррагинан, получаемый в том числе и из порфир [1].

Каррагинан используется как заменитель агар-агара и агароида в пищевой промышленности при изготовлении желеобразных кулинарных блюд (мясных, рыбных, сладких), мороженого, майонеза и других продуктов. Он широко используется для приготовления жележных покрытий, оболочек колбас и так далее. Кроме пищевой промышленности он используется в парфюмерии для производства кремов, зубных паст и аналогичных изделий. В текстильной промышленности каррагинан используется для шлихтования тканей. Он также входит в состав гальванических покрытий, графитовых суспензий, керамической глазури, красителей (для стабилизации пигментов) и т.д. и, следовательно, является еще и ценным техническим сырьем [1].

Большой интерес представляет использование каррагинана в медицине, поскольку он обладает противовирусным, антикоагулянтным и противовоспалительным действием. Все эти свойства у него выражены сильнее, чем у других полисахаридов морских водорослей [1]. Производство каррагинана как важного сырья для медицинской, пищевой и некоторых других отраслей промышленности развито в основном в США, Франции, Канаде, Англии, Швеции, Норвегии, Ирландии, Португалии, Филиппинах и других странах [1].

Порфира, кроме того, наряду с другими водорослями или в сочетании с ними может использоваться в сельском хозяйстве. Скармливание животным водорослевой муки или свежих водорослей положительно сказывается на здоровье и качестве скота, за счёт полноценного в физиологическом отношении комплекса макро- и микроэлементов, значительного количества азот-

содержащих веществ, в состав которых входят многие необходимые аминокислоты. При этом водоросли, по сравнению со многими луговыми травами, имеют более высокое содержание пептидов, усвояемость которых животными выше, чем усвояемость свободных аминокислот [1].

Значительных успехов в культивировании красных водорослей добились в странах с тёплым климатом: Чили, Вьетнаме, Тайване, Японии, КНДР, Южной Корее. В некоторых из них технология выращивания порфиры насчитывает уже несколько веков [7]. Методы разведения порфиры в целом, хорошо разработаны, но продолжают совершенствоваться, прежде всего в области селекции, повышения качества продукта, создания среды для выращивания конхоцелиса, то есть для получения посадочного материала в течение всего года. В настоящее время очень активно изучаются болезни порфиры, особенно бактериальные и грибковые [2].

Лидером по выращиванию порфиры является Япония. Сухая продукция, полученная из нее называется нори. Там ежегодно получают около 400 тыс. т в сыром весе, которую используют в пищу. Стоит отметить, что в Японии обитает 33 вида порфиры, из них 11 видов культивируется почти по всей стране с осени до весны. Наиболее широкое распространение получил один из основных культивируемых видов — *Porphyra yezoensis*. Он повсеместно распространен в Южном Приморье, на Сахалине и Южных Курилах, однако отсутствует в холодоумеренных районах российского Дальнего Востока, в том числе и у Камчатки.

В условиях прикамчатских вод порфира вряд ли может быть объектом самостоятельного промысла в связи с тем, что практически не образует большого промыслового запаса. Однако она, на наш взгляд, представляет интерес как объект возможной марикультуры, так как характеризуется быстрым ростом и высокой адаптивной способностью [1, 2].

Обладая уникальным биохимическим составом порфира может стать одним из источников ценного сырья для пищевой промышленности Камчатского края. В мире уже есть отработанные технологии по выращиванию порфиры, которые можно было бы использовать в условиях Камчатского полуострова с поправкой на местные условия. В связи с этим нами начато изучение биологии развития, особенностей его размножения и химического состава видов, обитающих на шельфе Камчатки.

#### Литература

1. Клочкова Н.Г., Березовская В.А. Водоросли Камчатского шельфа. Распространение. биология, химический состав. – Владивосток; Петропавловск-Камчатский: Дальнаука, 1997. – 155 с.
2. Блинова, Е. И. Культивирование морских водорослей за рубежом / Е. И. Блинова, Г. Е. Макарова. – М.: ВНИЭРХ, 1990. – 57 с.
3. Жизнь растений: в 6 т. Т. 3. Водоросли. Лишайники / Под ред. М.М. Голлербаха. – М.: Просвещение, 1977. – 487 с.
4. Горбунова Н.П. Альгология: Учеб. пособие для вузов по спец. "Ботаника" – М.: Высш.шк., 1992. – 256 с.
5. Перестенко Л.П. Красные водоросли дальневосточных морей России. – СПб: Изд-во "Ольга", 1994. – 332 с.
6. Барашков Г.К. Сравнительная биохимия водорослей – М.: Пищевая промышленность, 1972. – 336 с.
7. Суховеева М.В., Подкорытова А.В. Промысловые водоросли и травы морей Дальнего Востока: биология, распространение, запасы, технология переработки. – Владивосток: ТИПРО-центр, 2006. – 243 с.

УДК 639.3

### ВЛИЯНИЕ ОПИОИДНЫХ ОЛИГОПЕПТИДОВ НА ВЫЖИВАЕМОСТЬ МОЛОДИ КАЛУГИ *HUSO DAURICUS* (GEORGI) В ПРОЦЕССЕ ИСКУССТВЕННОГО ВОСПРОИЗВОДСТВА

*А.В. Соколов (Институт водных и экологических проблем ДВО РАН,  
г. Хабаровск)*

*Изучено влияние олигопептидов седатина и даларгина при однократной обработке икры и предличинок *Huso dauricus* (Georgi) на выживаемость молоди в процессе выращивания на рыбо-*

Одной из крупнейших рыб, обитающих в бассейне Амура, является калуга *Huso dauricus* (*Georgi*). Однако, широкий спектр антропогенных воздействий на экосистему р. Амур диктует необходимость искусственного воспроизводства и калуги [24].

В настоящее время, численность калуги в бассейне Амура сокращается. Так, калуга внесена в Красную книгу МСОП по I категории [12].

По мнению М.Л. Крыхтина и Э.И. Горбач (1994) [5], для восстановления численности осетровых следует ежегодно выпускать не менее 11 млн. шт. молоди. Однако, технология искусственного воспроизводства калуги еще требует значительного усовершенствования [4].

Искусственно выращенная молодь, как правило, плохо подготовлена к жизни в естественной среде [10]. Положение осложняется проблемами загрязнения воды в р. Амур [11], так как эффективность воспроизводства определяется состоянием реки, в которую выпускают молодь [7]. Поэтому *необходима разработка технологий для увеличения выживаемости молоди в загрязненной воде.*

Одним из способов повышения эффективности искусственного воспроизводства является применение биологически активных веществ [16]. В настоящее время используется широкий спектр препаратов, таких как эпибрассинолид [3], пара-аминобензойная кислота [15], трийодтиронин [1], для повышения устойчивости молоди осетровых к неблагоприятным условиям и болезням. Имеется опыт применения опиоидных пептидов для оптимизации искусственного разведения радужной форели и осетровых видов рыб [6, 13, 14].

Опиоидные пептиды выгодно отличаются тем, что они действуют посредством включения каскадных механизмов [20]. Обработка икры радужной форели, стерляди и бестера даларгином (Н-Тур-D-Ala-Gly-Phe-Leu-Arg-OH) приводит к повышению выживаемости предличинок, увеличению массы и размеров мальков, нарастанию содержания ДНК и белка в мышцах рыб [6, 8, 9]. Седатин (Н-Arg-Тур-D-Ala-Phe-Gly-OH) оказывает позитивное влияние на развитие мальков амурского осетра [17–22].

Искусственное воспроизводство осетровых в условиях Хабаровского края осложняется тем, что места забора гамет и инкубации оплодотворенной икры часто разделены большим расстоянием. При получении половых продуктов в полевых условиях не всегда можно обработать пептидами развивающуюся икру. Поэтому необходимо изучить эффективность обработки предличинок.

Целью настоящей работы – изучение возможности повышения эффективности искусственного воспроизводства калуги посредством применения синтетических опиоидных пептидов. Перед нами стояли следующие основные задачи:

- изучение влияния обработки седатином и даларгином на выживаемость личинок амурских осетровых рыб в процессе выращивания.
- определение смертности и выживаемости молоди исследуемых групп в растворах модельных токсикантов с летальной концентрацией.
- сравнить эффект воздействия пептидов при обработке на различных стадиях онтогенеза калуги.

**Материалы и методы исследований.** Исследования проводились на молоди калуги в 2008–2009 гг. Половые продукты калуги получали в полевых условиях, непосредственно в месте отлова производителей (Николаевский район). После оплодотворения и обработки пептидами икру транспортировали на Анюйский ЛРЗ (с. Найхин, Нанайский р-н) и Владимировский ОРЗ (с. Владимировка, Сидовичский р-н), где проводили доинкубацию и выращивание молоди. Обработка собранного материала осуществлялась в Центральной научно-исследовательской лаборатории Дальневосточного государственного медицинского университета (ЦНИЛ ДВГМУ).

Оплодотворенную икру обрабатывали растворами пептидов с концентрацией  $10^{-4}$  г/дм<sup>3</sup> по методике, предложенной И. А. Шехановой и др. (1987) [23], Е. В. Микодиной и др. (1987) [9], через 30–40 минут после оплодотворения. Обработку осуществляли в тазах при постоянном перемещении в течение 1 часа. Одновременно инкубировали контрольный образец без добавления пептидов. После выклева предличинок поштучно пересаживали по 2500 особей в бассейны на подращивание.

Обработку предличинок растворами пептидов проводили сразу после выклева, в бассейнах. Рассаживание по бассейнам – аналогично варианту с обработкой оплодотворенной икры.

Для определения выживаемости, регулярно производили подсчет молоди в бассейнах фотографическим методом – по цифровым фотоснимкам бассейнов, с помощью программы Surfer 8. Смертность и выживаемость за период выращивания (45 суток) до выпуска в естественные условия сравнивали с нормативными значениями.

Для оценки устойчивости к острым токсическим воздействиям использовали выдерживание в растворе модельного токсиканта ( $ZnSO_4$ ). Концентрация ( $0,7 \text{ ммоль/дм}^3$ ) подобрана в результате пилотажных исследований таким образом, чтобы гибель всех особей наступала не позднее 3 ч с момента начала опыта. Растворы  $ZnSO_4$  помещали в аквариумы емкостью 10 л (каждое вещество – в 3 аквариума, согласно вариантам опыта), затем туда одновременно подсаживали по 20 31-суточных особей калуги. Воду в каждом аквариуме непрерывно аэрировали с помощью компрессоров одинаковой мощности. Через одинаковые промежутки времени ( $20'$ ) во всех аквариумах подсчитывали количество погибших особей. Гибель диагностировали по остановке сердца. Определяли время гибели первой особи ( $T_0$ ), время гибели половины особей ( $T_{50}$ ), время гибели всех особей ( $T_{100}$ ) и среднее время жизни особей в растворе модельного токсиканта ( $T_{cp}$ ).

Статистическую обработку данных осуществляли с помощью программы Statistica 5.0. Различия между группами считали достоверными при  $p < 0,05$ . При  $0,05 < p < 0,1$  отмечали статистическую тенденцию к появлению различий.

**Результаты и обсуждение.** В постэмбриональном развитии предличинок и мальков, обработанных растворами пептидов как на стадии оплодотворенной икры, так и на стадии предличинок, не наблюдалось каких-либо отклонений от нормы. Активность движений и поведенческие реакции также не отличались от контрольных параметров.

В процессе выращивания в контрольной группе молоди смертность была очень высокой (выше норматива, который составляет 70%) и составила 76,5% (рисунок).

Это связано с низким качеством икры и, соответственно, плохой устойчивостью молоди к неоптимальным условиям выращивания [2]. В то же время, смертность в группе особей, обработанных пептидами (седатином и даларгином) на стадии оплодотворенной икры, была значительно ниже и составила соответственно 53,5 и 62,0%, то есть была ниже нормативных показателей (составляющих 70%). Очевидно, это связано с тем, что исследуемые пептиды активируют в организме рыб механизмы неспецифической устойчивости к различным неблагоприятным факторам.

Смертность в группах, обработанных пептидами (седатином и даларгином) на стадии предличинок, также была несколько ниже контроля и составила соответственно 67,2 и 71,10%. Однако, эффект пептидов менее значителен, чем наблюдаемый ранее на молоди, полученной из обработанной пептидами оплодотворенной икры. Отличия групп, обработанных пептидами, от контрольной группы, не являются статистически достоверными.

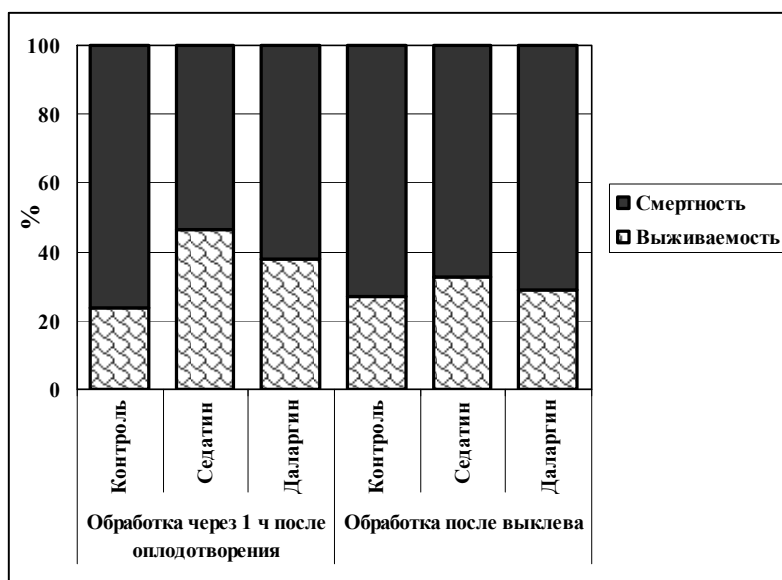


Рисунок. Сравнение смертности молоди калуги за период выращивания при обработке на разных стадиях онтогенеза

Гибель молоди калуги обеих экспериментальных групп, обработанных пептидами на стадии оплодотворенной икры, в растворе сульфата цинка начинается на 20 мин позже, чем у особей контрольной группы (табл. 4). 50% и 100% рыб погибает в обработанных группах также несколько позднее, чем в контроле. Среднее время выживания особей, обработанных седатином, превышает этот показатель на 15 мин (это различие статистически достоверно), а у особей, обработанных даларгином - не менее чем на 10 мин. Следовательно, молодь, обработанная растворами регуляторных пептидов, в воде, загрязненной летальными дозами модельных токсикантов,

выживает дольше, чем необработанная. Это свидетельствует о повышении устойчивости организма к острым токсическим воздействиям.

Гибель молоди группы, обработанной седатином на стадии выклева предличинок, начинается на 30 мин позже, чем у особей контрольной группы, а в группе «даларгин» - на 20 мин позже. 50% рыб погибает в обработанных группах также несколько позднее, чем в контроле. Среднее время выживания особей, обработанных седатином, превышает этот показатель на 10 мин, а у особей, обработанных даларгином - не менее чем на 8'. Однако, эти различия статистически не достоверны.

Таблица 1

Сравнение времени гибели молоди калуги в растворе модельного токсиканта ZnSO<sub>4</sub>

Срок обработки	Показатели	Контроль	Седатин	Даларгин
Оплодотворенной икры	T <sub>0</sub> , мин	80	100	100
	T <sub>50</sub> , мин	110	130	110
	T <sub>100</sub> , мин	140	140	140
	T <sub>ср</sub> , мин	115.00±3.52	131.1±3.07**	126.10±2.75
Предличинки	T <sub>0</sub> , мин	60	90	80
	T <sub>50</sub> , мин	110	120	120
	T <sub>100</sub> , мин	140	140	140
	T <sub>ср</sub> , мин	110.50±4.73	121.00±3.96	118.00±4.51

Примечание: T<sub>0</sub> – время гибели первой особи, мин; T<sub>50</sub> – время гибели половины особей; T<sub>100</sub> – время гибели всех особей; T<sub>ср</sub> – среднее время выживания особей; \*\* – различия статистически достоверны p<0.05.

Таким образом, эффект от обработки пептидами на стадии предличинок значительно менее выражен, чем от обработки на стадии оплодотворенной яйцеклетки.

Результаты свидетельствуют об улучшении адаптации молоди, обработанной пептидами, к неблагоприятным условиям выращивания. Вероятно, седатин и даларгин активируют в организме рыб механизмы неспецифической устойчивости к различным неблагоприятным факторам. Это согласуется с ранее проведенными исследованиями. Так, морфометрическое изучение гепатоцитов исследуемой 31-суточной молоди калуги выявляют статистическую тенденцию к увеличению площади ядер и ядрышек в группе, обработанной седатином [22]. Это свидетельствует об усилении пластической функции печени и организма в целом, чем и объясняется наблюдаемое ускорение роста, снижение смертности и повышение устойчивости к токсикантам. Данные изменения предполагают лучшую подготовленность подопытных мальков к выпуску в естественные условия.

**Заключение.** Полученные результаты свидетельствуют о позитивном влиянии пептидов опиоидного ряда – седатина и даларгина – на развитие молоди калуги в первые 45 суток жизни. За период выращивания до выпуска в естественные условия смертность молоди калуги в группе особей, обработанных на стадии оплодотворенной яйцеклетки седатином, была на 23% ниже, чем в контроле, и на 8.5% – чем у особей группы «даларгин». В обеих группах, обработанных пептидами, показатели смертности были ниже нормативно допустимых, а в контроле - выше нормативных показателей. Смертность молоди, обработанной пептидами на стадии предличинки, также была ниже контроля, но эффект был менее выражен.

Молодь, обработанная растворами пептидов на стадии оплодотворенной яйцеклетки, в воде, загрязненной летальными дозами модельных токсикантов, выживает достоверно дольше, чем необработанная. Это свидетельствует о повышении устойчивости организма к острым токсическим воздействиям. Достоверного повышения устойчивости к токсиканту молоди, обработанной на стадии предличинки, не выявлено.

В целом, обработка на стадии оплодотворенной яйцеклетки более эффективна, чем на стадии предличинки, так как эффект повышения устойчивости к неблагоприятным факторам (включая токсические воздействия) более выражен.

Результаты исследований позволяют рекомендовать применение изученных пептидов не только в искусственном воспроизводстве осетровых рыб, но и в товарном рыбоводстве. Седатин, обладающий более выраженным ростостимулирующим эффектом, лучше подходит для использования с целью повышения устойчивости молоди к неблагоприятным факторам, снижения смертности и ускорения достижения нормативной массы для выпуска в естественные условия, по сравнению с даларгином. Обработку лучше производить на ранних стадиях онтогенеза (оптимально – через 1 ч после оплодотворения икры).

## Литература



1. *Бойко Н.Е.* Физиологические механизмы адаптивных функций в раннем онтогенезе русского осетра *Acipenser gueldenstaedtii* Brandt. Автореф. дис. докт. биол. наук. – СПб: ГосНИОРХ, 2008. – 32 с.
2. *Детлаф Т.А., Гинзбург А.С., Шмальгаузен О.И.* Развитие осетровых рыб. – М.: Наука, 1981. – 224 с.
3. *Егоров М.А., Витвицкая Л.В., Никоноров С.И., Теплый Д.Л.* Некоторые итоги и перспективы исследования феноменологии и физиологических механизмов действия эписбрассинолида на раннее развитие осетровых // Осетровые на рубеже 21 века. – Астрахань: КаспНИРХ, 2000. – С. 237–238.
4. *Иванов С.А., Литовченко Ж.С., Кошелев В.Н.* Искусственное воспроизводство осетровых рыб как способ сохранения и увеличения их запасов // Четвертые Гродековские чтения. Мат. регион. науч.-практ. конф. – Хабаровск: ХККМ им. Гродекова, 2004. – С. 290–293.
5. *Крыхтин М.Л., Горбач Э.И.* Осетровые рыбы Дальнего Востока // Экономическая жизнь Дальнего Востока. 1994. № 1(3). – С. 86–91.
6. *Лаптева Т.И., Микодина Е.В., Фомина Г.Т., Филиппович Ю.Б.* Влияние синтетического аналога лей-энкефалина даларгина на содержание белка и нуклеиновых кислот в мышцах радужной форели // Бюллетень экспериментальной биологии и медицины. 1989. т. 107. № 4. – С. 473–475.
7. *Лихатович Дж.* Лосось без рек. – Владивосток: Дальний Восток, 2004. – 376 с.
8. *Микодина Е.В.* Физиолого-биохимические основы регуляции функций у рыб пептидами энкефалинового ряда. Автореф. дис. докт. биол. наук. – М.: ВНИРО, 1999. – 49 с.
9. *Микодина Е.В., Седова М.А., Глубоков А.И.* Методические указания по применению даларгина для повышения жизнестойкости икры, предличинок, молоди рыб и акселерации их роста. – М.: ВНИРО, 1987. – 13с.
10. *Никоноров С.И., Витвицкая Л.В.* Эколого-генетические проблемы воспроизводства осетровых и лососевых рыб. – М.: Наука, 1993. – 254 с.
11. *Новомодный Г.В., Золотухин С.Ф., Шаров П.О.* Рыбы Амура: богатство и кризис. – Владивосток: Апельсин, 2004. – 64 с.
12. *Павлов Д. С., Савваитова К. А., Соколов Л. И., Алексеев С. С.* Редкие и исчезающие животные: Рыбы. – М.: Высшая школа, 1994. – 334 с.
13. *Седова М.А.* Использование даларгина для повышения жизнестойкости икры и личинок рыб при искусственном воспроизводстве // Эколого-физиологические и токсикологические аспекты и методы рыбохозяйственных исследований. – М.: ВНИРО, 1990. – С. 143–151.
14. *Седова М.А.* Влияние олигопептида даларгина на морфофизиологические показатели рыб. Дис. канд. биол. наук. М.: ВНИРО, 1991. – 136 с.
15. *Сергиенко Л.Л., Кубышкин В.И.* Применение пара-аминобензойной кислоты в осетроводстве // Осетровые на рубеже 21 века. – Астрахань: КаспНИРХ, 2000. – С. 273–274.
16. *Соколов А.В.* К проблеме сохранения и восстановления запасов осетровых бассейна Амура // Мат. Междунар. науч. чтений «Приморские зори – 2005», посвященные 10-летию со дня образования ТАНЭБ. – Владивосток: ТАНЭБ, 2005. – С. 183–187.
17. *Соколов А.В., Сазонова Е.Н., Флейшман М.Ю.* Некоторые аспекты оптимизации искусственного воспроизводства амурского осетра *Acipenser schrenckii* // Новые исследования (Биология. Экология. Образование). Вып. 5. Хабаровск: изд-во ХГПУ, 2004а. – С. 25–30.
18. *Соколов А.В., Флейшман М.Ю., Сазонова Е.Н.* Влияние регуляторных пептидов на состояние печени амурского осетра (*Acipenser schrenckii*) // Природные ресурсы Хабаровского края: проблемы науки и образования. – Хабаровск: Изд-во ХГПУ, 2004б. – С. 115–119.
19. *Соколов А.В., Флейшман М.Ю., Сазонова Е.Н.* Олигопептиды с опиоидной активностью и повышение эффективности искусственного воспроизводства амурских осетровых рыб // Вестник ДВО РАН. 2007а. № 6. – С. 116–130.
20. *Флейшман М.Ю., Кузнецов А.В., Дейгин В.И., Тимошин С.С.* Влияние аргининсодержащего  $\mu$ - $\delta$ -агониста опиатных рецепторов седатина на процессы синтеза ДНК в эпителии фундального отдела желудка белых крыс // Бюл. эксперим. биологии и медицины. 2004. т.137. № 3. – С. 265–268.
21. *Флейшман М.Ю., Сазонова Е.Н., Лебедько О.А., Дейгин В.И., Тимошин С.С.* Влияние седатина – синтетического аналога дерморфина — на развитие мальков осетра амурского // Бюл. эксперим. биологии и медицины, 2007.Т. 144 № 10. – С. 420–423.

22. Флейшман М. Ю., Соколов А. В., Авласенко В. М., Лебедько О. А., Сазонова Е. Н., Хованский И. Е., Тимошин С. С. Опыт применения опиоидных пептидов для повышения эффективности искусственного воспроизводства амурских осетровых рыб // *Вопр. рыболовства*, 2009, т. 10, № 3 (39), – С. 564–574.

23. Шеханова И.А., Микодина Е.В., Сторожук Н.Г., Седова М.А., Широкова Е.Н. Способ стимуляции физиологических процессов у рыб на ранних стадиях развития // *Бюлл. изобрет.* 1987. №4. Авт. свид. №1286138. – С. 6–14.

24. Krychtin M.L., Svirskiy V.G. Endemic sturgeons of Amur river: kaluga, *Huso dauricus*, and Amur sturgeon, *Acipenser schrenckii* // *Envir. Biol. of Fishes*. 1997. V. 48. P. 231–239.

УДК 639.3

## ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОБРАЩЕНИЯ С ОТХОДАМИ В РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИИ КАМЧАТСКОГО КРАЯ

*Г.В. Соколов (Управление Росприроднадзора по Камчатскому краю)  
В.А. Березовская (КамчатГТУ)*

*В статье рассматриваются вопросы обращения с отходами, связанные с использованием, обезвреживанием, переработкой и захоронением в целях сбережения природных ресурсов в Камчатском крае.*

В Камчатском крае, как и в большинстве регионов Российской Федерации, использование, обезвреживание, переработка и захоронение отходов является одной из самых актуальных проблем. Более того, региональные особенности, такие как особое географическое положение; отсутствие разветвленной дорожной сети и как следствие устойчивого автотранспортного сообщения, отдаленность районов, сообщение с которыми осуществляется посредством авиатранспорта; высокая стоимостью энергоносителей, не позволяющие развивать предприятия малого и среднего бизнеса, занимающиеся переработкой отходов производства и потребления; отсутствие полигонов для захоронения отходов, соответствующих санитарно-эпидемиологическим и экологическим нормам, являются факторами усугубляющими положение дел в сфере использования, обезвреживания, переработки и захоронения отходов в Камчатском крае [1, 6]. Указанные обстоятельства препятствуют развитию деятельности по сбережению природных ресурсов, связанной с переработкой и утилизацией коммунальных бытовых отходов, отходов сельхоз и промпроизводств, твердофазных иловых отложений, земель, загрязненных отходами горюче-смазочных материалов и других отходов, в результате которых можно получить следующие продукты переработки:

- вторичные ресурсы;
- биогаз с регенерацией в электроэнергию, пар, горячую воду;
- органоминеральные удобрения;
- органические удобрения;
- животный кормовой белок [3].

По результатам обработанных и систематизированных данных, полученных на основании статистической отчетности по форме 2–ТП (отходы) на начало 2010 года на предприятиях и организациях оставалось 125,9 тыс. тонн отходов на временном хранении, что превышает данные отчетности 2009 года, показанные предприятиями на конец отчетного периода 2009 года, на 3,4 тыс. тонн. Это связано с тем, что на ряде предприятий коммунальной сферы произошли реорганизационные процедуры с образованием новых хозяйствующих субъектов, подобные процедуры произошли и на воинских объектах, с выделением двух основных предприятий, занимающихся в настоящее время их обслуживанием ОАО «Славянка» и ОАО «РЭУ».

За 2010 год на предприятиях и учреждениях образовалось 436,9 тысяч тонн отходов, что на 90,9 тыс. тонн меньше чем в 2009 году. Анализ данных статистической отчетности по форме 2–ТП (отходы) показывает, что в Камчатском крае за период 2005–2010 гг. произошло уменьшение образования отходов за счет снижения образования отходов 4 класса опасности: отходов при добыче рудных полезных ископаемых за счет снижения объемов добычи полезных ископаемых горнорудными предприятиями, золошлаков в результате перевода котельных с твердого топлива на жидкое (в г. Петропавловске-Камчатском котельные микрорайонов «Геологи» и «Вулканологов»).

Непосредственно использовано на производстве 85,2 тыс. тонн отходов, что составляет

19,5% от общего их количества, обезврежено 4,9 тыс. тонн, что составляет 1,1% от их общего количества. Процент использования отходов к уровню 2009 года уменьшился на 16,2% (на предприятиях в 2009 году было использовано 188,4 тыс. тонн). Процент обезвреживания отходов на оборот увеличился на 0,9% (на предприятиях обезврежено в 2009 году 0,8 тыс. тонн).

В основном использование и обезвреживание отходов происходит на предприятиях промышленного комплекса. В производственном цикле используются нефтесодержащие отходы (отработанные масла) для производства тепловой энергии, рыбные отходы для производства рыбной муки, навоз крупного рогатого скота и птичий помет, используется в качестве удобрения в сельском хозяйстве и реализуются населению.

Обезвреживание отходов путем сжигания происходит в специализированных установках, подобных инсинераторам, на единственном в Камчатском крае мини-заводе по переработке бытовых отходов в с. Эссо, эксплуатируемом МУП «Бытсервис», производительностью 1314 т/год. В 2010 г. завод переработал 269, 2 т отходов. Такое количество переработанных отходов объясняется тем, что с июня 2010 г. мини-завод не работал из-за выхода из строя блока центрального поста управления.

Предприятиями и организациями в 2010 . передано в специализированные организации для использования 25,1 тыс. т отходов, для обезвреживания – 7,1 тыс. т отходов. На конец 2010 г. на предприятиях осталось на временном хранении 176,5 тыс. т, что составляет 40% от общего количества образовавшихся отходов.

Таблица 1

**Количество захороненных отходов на территории Камчатского края**

Места захоронения отходов на территории края	Количество захороненных отходов, тыс. т
1. Полигоны твердых бытовых отходов МУП «Спецтранс» (г. Петропавловск-Камчатский)	151,4
2. Свалка МУП «Ремжилсервис» (г. Вилючинск)	9,2
3. Свалка ОАО «Елизовское многоотраслевое коммунальное хозяйство» (Елизовский район)	25,1
4. Свалка МУП «Тепловодхоз» (п. Ключи)	8,8
5. Свалка МУП «Тепловодхоз» (п. Усть-Камчатск)	3,6
6. Свалка МУП «Бытсервис» (с. Эссо)	0,3
Всего захоронено отходов	370,4

В соответствии с Приказом Минприроды России от 25 февраля 2010 г. № 49 в Камчатском крае проведена работа по инвентаризации объектов размещения отходов. Инвентаризация объектов размещения отходов проводилась с целью уяснения состояния мест размещения отходов, регулирования деятельности по обращению с отходами в районах и принятии решений об утверждении лимитов на их размещение. В ходе инвентаризации внесено в реестр 69 объектов размещения отходов, общей площадью 152,5 га. Практически все внесенные в реестр объекты не обустроены в соответствии с требованиями СП 2.1.7.1038-01 «Гигиенические требования к устройству и содержанию полигонов твердых бытовых отходов» и эксплуатируются с отклонениями от санитарно-эпидемиологических норм и требований. Свалки не имеют установленных лимитов образования отходов, перечень размещаемых отходов не согласован с органами Роспотребнадзора. Существование данных объектов необходимо признать временной мерой и все эти объекты подлежат обустройству в соответствии с указанными требованиями или закрытию в сроки, необходимые для проектирования и строительства полигонов [4].

Крайне неблагоприятная ситуация с размещением твердых бытовых и жидких отходов сложилась на территории Корякского округа. Существующие свалки создавались стихийно, как правило, орган местного самоуправления принимал решение по факту их образования, поэтому все эти объекты расположены в непосредственной близости к населенным пунктам. Все свалки практически исчерпали свои ресурсы, но продолжают эксплуатироваться, не отвечая при этом ни экологическим, ни санитарным требованиям [5].

В 2010 году по сравнению к 2009 году состав образующихся отходов по степени негативно-го воздействия на окружающую среду остался неизменным. Основную массу образовавшихся с отходов, как и в 2009 году составили отходы 4 класса опасности – 214,8 тыс. тонн (49% от общего объема образовавшихся отходов) и 5 класса опасности – 213,0 тыс. тонн (49% от общего объема образовавшихся отходов). По своему морфологическому составу отходы 5 класса опасности (практически неопасные) представлены коммунальными и пищевыми отходами, отходами от уборки территории и помещений, а также всевозможными упаковочными материалами (бумага, картон, пластиковая тара и т. д.). Отходы 4 класса – малоопасные (отходы при добыче рудных полезных ископаемых, отходы обогащения руды (кек), золошлаки, органические отходы животного

происхождения, отходы из жилищ несортированные)

Незначительное преобладание в общем объеме образующихся отходов 4 класса опасности объясняется тем, что в Камчатском крае не реализовываются положения ст. 13 Федерального закона от 24 июня 1998 г. № 89-ФЗ "Об отходах производства и потребления», предусматривающей раздельный сбор отходов по видам (пищевые отходы, текстиль, бумага и другие). При отсутствии такого раздельного сбора несортированные отходы из жилищ, в соответствии с Федеральным классификационным каталогом отходов, относятся к 4 классу опасности, а это практически все отходы, образующиеся в результате жизнедеятельности населения. Кроме этого, большинство отопительных котельных в районах края работают на твердом топливе, в результате сжигания которого образуется шлак, относящийся к 4 классу опасности. На объем образования отходов этого класса опасности влияют также предприятия горнорудного комплекса. В то же время, использование указанных отходов в виде альтернативного вида топлива, будет способствовать ресурсосбережению добываемых ресурсов и снижению образования отходов [2].

Отходы 3 класса – умеренно опасные представлены отработанными горюче-смазочными материалами, нефтесодержащими отходами сложного комбинированного состава и др.). Они образуются в количестве 9,1 тыс. тонн или 2% от общего количества образовавшихся отходов.

Отходы 2 класса – высоко опасные (аккумуляторы свинцовые с не слитым электролитом, отходы кислот и щелочей, шлак сернокислого электролита) составили 0,04 тыс. тонн.

Отходы I класса – чрезвычайно опасные (ртутные лампы, люминесцентные ртутьсодержащие трубки отработанные и брак, термометры отработанные и брак, отходы оксида хрома шестивалентного) составляют 0,005 тыс. тонн.

Данные об образовании отходов производства и потребления в Камчатском крае за период 2005 – 2010 гг. приведены на диаграмме.

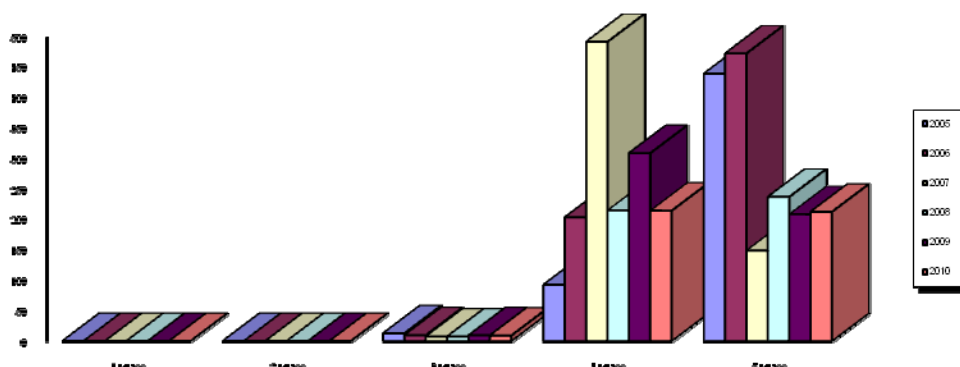


Рис. 1 Сведения об образовании отходов производства и потребления в Камчатском крае за период 2005 – 2010 гг.

Анализируя данные статистической отчетности 2 ТП (отходы) за 2010 год можно сделать следующие выводы:

1. Процент используемых и обезвреженных отходов к общему количеству образовавшихся отходов в Камчатском крае крайне низкий и составляет 20,6 %. Это связано с неразвитостью инфраструктуры по переработке и утилизации отходов производства и потребления на территории Камчатского края, а также с отсутствием экономической заинтересованности природопользователей к снижению количества образующихся отходов за счет дальнейшего их использования в производственном цикле. (К примеру, мини-завод по переработке отходов предприятия МУП «Бытсервис» работает крайне не эффективно: на свалке размещается такой же объем отходов, что и перерабатывается);

2. Сложившаяся система платы за размещение отходов производства и потребления не обеспечивает экономической заинтересованности, явно устарела (введена Постановлением Правительства РФ от 28 августа 1992 г. N 632 "Об утверждении Порядка определения платы и ее предельных размеров за загрязнение окружающей природной среды, размещение отходов, другие виды вредного воздействия») и требует реформирования;

3. В период с 2008 года по 2010 год 85 предприятий в Камчатском крае получили лицензии

на осуществление деятельности по сбору, использованию, обезвреживанию, транспортировке и размещению отходов I-IV классов опасности. Вместе с тем, рынок экологических услуг в этой сфере не развит;

В частности, деятельность по сбору аккумуляторных батарей осуществляет одно предприятие ООО «Дальинтермет», утилизацию (использование) нефтесодержащих отходов от сторонних организаций производится предприятиями ООО «Автомир», ООО «Экология». Сбор и обезвреживание ртутисодержащих отходов осуществляют предприятия ИП «Беливский» и ООО «Экос» (осуществляет свою деятельность в г. Петропавловск-Камчатский с сентября 2010 года). Из наиболее крупных предприятий, занимающихся сбором и переработкой рыбных отходов можно назвать: ООО «Экологический резерв», ООО РПК «Южно-Камчатская», ООО РПК «Дальинторг», ООО «Командор». Их количество и мощности для Камчатского края явно недостаточны для обеспечения в полном объеме использования рыбных отходов. Это является одной из причин появления рыбных отходов на поселковых свалках, а также в несанкционированных местах. Предприятия по сбору и утилизации отработанных шин, медицинских и биологических отходов, электронного оборудования и сопутствующих изделий на территории Камчатского края не создано. Приобретенные Министерством здравоохранения края установки по утилизации медицинских отходов не работают;

5. В крае не создан банк данных о предприятиях, обеспечивающих переработку и обезвреживание отходов производства и потребления, положительный опыт их работы пропагандируется недостаточно.

Оказание государственной поддержки субъектам, осуществляющим деятельность по сбору, сортировке, переработке и использованию отходов в качестве вторичного сырья и энергоносителей через государственные заказы и иных видов стимулирования развития бизнеса в области переработки отходов не осуществляется;

6. Необходимы организация и внедрение экспериментальных программ в некоторых населенных пунктах края по селективному сбору вторсырья в целях с целью получения вторичных ресурсов, их дальнейшей переработки и сокращения объема захораниваемых отходов;

7. Проведение активной разъяснительной, просветительской работы с населением, предприятиями и организациями, в дошкольных, общеобразовательных учебных заведениях, по экологическим вопросам, направленным на повышение эффективности организации сбора и утилизации бытовых отходов и мусора на территории поселений и края в целом.

### **Литература**

1. Федеральный Закон от 10.01.2002 № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды»
2. Федеральный Закон от 24.06.1998 № 89-ФЗ «Об отходах производства и потребления»
3. Межгосударственный стандарт «Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Термины и определения. ГОСТ 30772-2001»
4. СП 2.1.7.1038-01 «Гигиенические требования к устройству и содержанию полигонов твердых бытовых отходов»
5. СанПиН 2.1.7.1322-03 «Почва, очистка населенных мест, отходы производства и потребления, санитарная охрана почв. Гигиенические требования к размещению и обезвреживанию отходов производства и потребления».
6. «Информация о состоянии окружающей среды в Камчатском крае в 2009 году» г. Петропавловск-Камчатский, Министерство природных ресурсов Камчатского края, 2010.

УДК 639.21

### **ПРОМЫСЕЛ ЧАСТИКОВЫХ РЫБ В ДЕЛЬТЕ ВОЛГИ**

*А.В. Старцев, А.А. Лозовой, С.С. Савицкая, Д.Н. Куцин.  
(Южный научный центр РАН, Ростов-на-Дону)*

*В статье рассматривается видовой состав уловов и биологическое состояние промысловых рыб в период осенней(октябрь-ноябрь) путины 2010 г. На нижней Волге. Сделаны выводы о депрессивном состоянии запасов сазана и судака, увеличении уловов серебряного карася, высказано предположение о возможности увеличения добычи леща.*

Волго-Каспийский промысловый район – один из самых продуктивных в мире. Важной частью его рыбных ресурсов являются полупроходные и речные рыбы. Наиболее многочисленны из них вобла и лещ. Промысловое значение имеют так же так называемые частичковые речные рыбы: сом, щука, судак, сазан, линь, красноперка, речной окунь, серебряный карась. Запасы большинства видов в последние годы снизились под действием, главным образом, антропогенного влияния – незаконный промысел, отсутствие нормальных условий естественного воспроизводства по причине зарегулированного стока и других. Из вышеперечисленных видов относительно стабильны ресурсы щуки, речного окуня, красноперки и серебряного карася; для других констатируется снижение численности и, соответственно, ОДУ. Так, запасы воблы за последние годы уменьшились в 6 раз. Общей тенденцией стало изменение структуры вылова – его основу стали составлять ранее слабоиспользуемые виды [1]. Эти факты свидетельствуют о необходимости постоянного ихтиологического мониторинга за ресурсами полупроходных и речных рыб, изучения их промысла как многовидового, анализа действующих «Правил рыболовства» с соответствующих позиций.

### Материалы и методы

Ихтиологические исследования состава промысловых уловов в дельте Волги были проведены на рыбоприемных пунктах в октябре-ноябре 2010 г. Рыба для исследований выбиралась из уловов секретов (вентерей) и реже – жаберных ставных сетей. Как правило, одной лодкой (бригадой), на обширном участке водотока, обслуживалось около 50 – 60 единиц орудий лова. Таким образом, рыба поступала с большой площади в радиусе действия приемного пункта. Промеры и взвешивания проводились стандартным способом [2]. Всего было промерено 3336 экз. различных видов рыб, из них взвешено – 3267 экз., взяты пробы для определения возраста у 2120 рыб.

### Обсуждение

Осенний промысел в дельте Волги имеет многовидовой характер, при котором сразу облавливаются около десятков видов. Изучение состава промысловых уловов по накладным приемо-сдаточных пунктов показало, что более половины общего вылова составили крупные частичковые – сом (45,5%) и щука (17,7%). Среди мелких частичковых преобладали серебряный карась 12,6%, речного окуня (6,0%), немногим меньше (5,6%) было красноперки и линя (3,7%), совокупный улов леща составил 8,3%. Доля других видов: сазана (1,8%), жереха (2,7%) и судака (1,1%), была незначительной (рис. 1). Жерех и судак присутствовали в основном у тех рыбаков, которые использовали для лова жаберные сети и закидной речной невод.

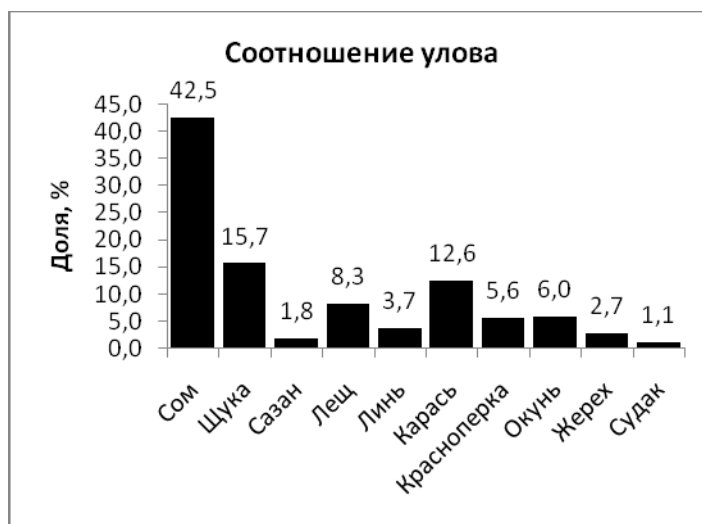


Рис. 1. Соотношение видов рыб в промысловых уловах в дельте Волги

Уловы были невелики и в среднем составляли не более трех центнеров на одну лодку. В октябре, в западной части дельты Волги, на Главном и Никитском банках (рукавах) хорошо облавливались сом, щука, карась, лещ и красноперка. В ноябре в восточной части дельты, на Иголкинском и Карайском банках, основу уловов составляли щука, лещ, карась, речной окунь и красноперка. В секретах было отмечено большое количество сома непромыслового размера (т. е. менее 60 см) которого рыбаки большей частью выбраковывают из уловов. Присутствие жереха, судака и сазана в уловах было невелико. Судака чаще ловили речным закидным неводом и жаберными сетями, т.е. орудиями, редко применяемыми на осенней путине. Можно отметить, что в уловах закидного невода судак был крупнее, чем в сетях. Сазан, в основном, ловился на Главном банке, на участках, граничащих с морем, но его уловы составляли не более 10 штук на одну лодку

## Биологическое состояние промысловых рыб

### Щука (*Esox lucius*)

Основная доля годового улова щуки приходится на весеннюю путину, когда обловливаются преднерестовые и нерестовые скопления. Осенью добывается нагульная щука, не создающая больших концентраций, поэтому осенние уловы ниже весенних. Запасы щуки в последние годы стабильны и колеблются в пределах 19,9 – 22,8 тыс. т (табл. 1), что позволяет говорить о благоприятных перспективах на ближайшее будущее.

Таблица 1

Улов и запас щуки в Волго-Каспийском районе, тыс. т.

Показатель	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Улов	3,1	3,2	4,2	4,37	5,09	3,72	3,29	3,54	4,3	4,3	4,5	4,4
Запас	12,5	11,8	12,8	11,8	12,3	13,0	15,27	21,7	22,3	22,5	19,9	22,8

При промысле имеет место неучтенное изъятие щуки, величина которого по разным источникам варьирует в пределах от 10,5 до 20,3% от величины промыслового запаса [3,4,5].

Размерный ряд щуки из промысловых уловов осенью 2010 г. варьировал в пределах от 34 до 85 см, средняя составила 49,6 см. Масса изменялась в пределах 0,3-5,12 кг, средняя равнялась 1,22 кг. В уловах отмечены рыбы возрастом от трех (2+) до восьми (7+) лет, средний возраст составил 4,5 лет. Более 68% улова представлено рыбами в возрасте 3+ и 4+, т.е. поколений 2006-2007 гг. (рис. 2).

Учитывая, что половозрелости щука достигает в возрасте 3 – 4 лет, при размерах тела более 32 см, то в настоящее время промыслом облавливаются средневозрастные половозрелые особи, участвовавшие в нересте более двух раз.

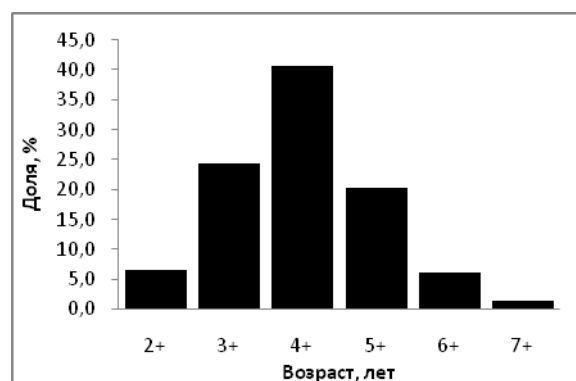
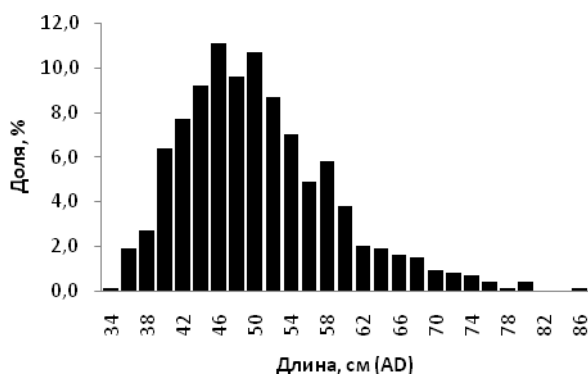


Рис. 2 Размерный и возрастной состав щуки из промысловых уловов в дельте Волги осенью 2010 г

### Сом (*Silurus glanis*)

Основная добыча сома также происходит весной. Во время нагула сом не совершает протяженных миграций, особенно в старшем возрасте, он больше привязан к одному месту. В нижней течи Волги существует две формы сома – речная, проводящая жизнь в речных протоках, и полупроходная, освоившая для нагула опресненную часть моря (авандельту). Окраска кожного покрова полупроходных сомов, как правило, светлее речных. По мере удаленности от устья количество полупроходных особей в уловах снижается.

В последнее десятилетие промысловый запас достаточно стабилен, даже наблюдается его небольшой рост (табл. 2)

Таблица 2

Промысловые характеристики сома в Волго-Каспийском районе

Показатели	Годы											
	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Улов, тыс. т	6,7	7,4	6,8	6,1	5,4	5,5	4,4	4,1	5,7	6,68	6,5	7,9
Пром, запас, тыс. т	35,2	34,3	31,1	30,5	22,8	29,84	20,75	30,4	34,3	32,9	39,7	39,0

Длина тела выловленного сома варьировала в пределах 43 – 184 см., масса - от 1,07 до 50 кг

(рис. 3). Несмотря на ограничение промысловой меры, в улове присутствовало 12,2% рыбы меньше 60 см. Большая часть особей непромыслового размера выпускалась обратно в водоем, тем не менее, факт изъятия молоди имел место. Средняя длина сома составила 67,3 см, масса - 2,749 кг. Основу улова составляли рыбы размером от 60 до 80 см (80,2%) и массой от 1,3 до 4,3 кг (93,0%). Особи с длиной тела более 1 м присутствовали единично. Возраст выловленных сомов в массе варьировал в пределах двух (1+) – восьми (7+) лет, средний составил 3,7 лет (табл. 3). Рыбы старших возрастов встречались единично и составили чуть более 1% возрастного состава уловов. Из литературных данных [6] известно, что крупный старшевозрастной сом плохо облавливается стандартными орудиями лова и для его промысла следует применять крупноячейные сети.

Таблица 3

**Биологические характеристики сома из промысловых уловов в октябре – ноябре 2010 г. в дельте Волги**

Возраст	Доля, %	Ср. длина	Ср. масса
1+	6,4	58,6	1,601
2+	20,6	62,4	1,853
3+	40,4	66,7	2,423
4+	18,4	76,4	3,707
5+	7,8	78,6	3,911
6+	3,5	87,6	5,048
7+	2,8	96,3	6,717

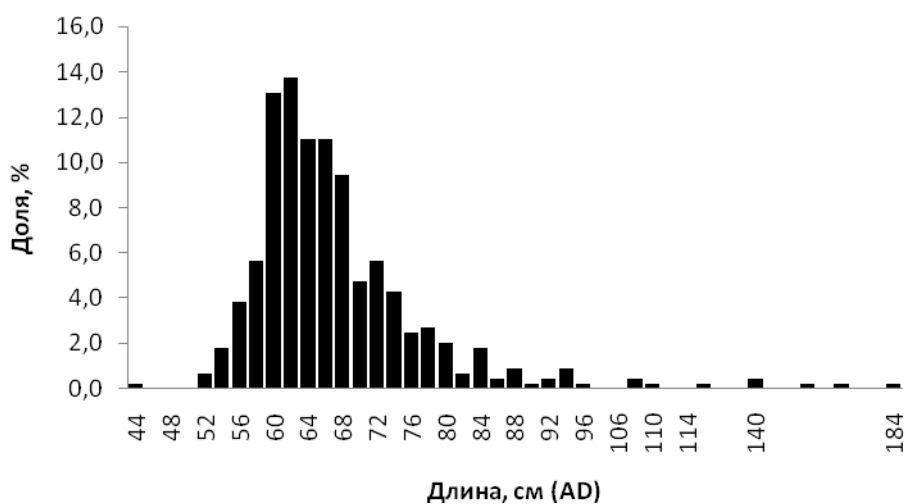


Рис. 3. Размерный состав сома осенью 2010 г

### **Лещ (*Abramis brama*)**

В Волго-Каспийском районе большую часть жизни лещ проводит в районе авандельты и открытых участках моря ограниченных изобатой 9 м и изохалиной 8‰ [7]. В конце лета и начале осени лещ мигрирует в мелководные участки моря, авандельты и русла реки.

В последнее десятилетие состояние запасов леща в Волго-Каспийском регионе остается достаточно устойчивым. Начиная с 90-х годов лещ по объему вылова прочно удерживает первое место, составляя 30 – 33% общего улова полупроходных и речных рыб. Большая часть леща добывается в весеннюю пору, осенью облавливается около 30 – 35%. Наибольшие уловы леща традиционно наблюдаются на промысловых участках Главного и Белинского банков. Основная масса леща добывается в водотоках дельты – 62% и авандельте – 33,5%. В морской зоне вылов леща невелик – 4,3% [8].

В весенний период путины лещ всегда крупнее, чем осенью, поскольку весной облавливается большей частью половозрелые рыбы, в то время как осенью в реке и авандельте встречается большое количество неполовозрелых особей (табл. 4).

Длина выловленных рыб осенью 2010 г. варьировала в пределах 20 – 46 см, ср. знач. – 30,3 см. Масса пойманной рыбы была равна 0,11 – 1,74 кг, ср. знач. – 0,6 г, возраст варьировал от трех (2+) до тринадцати (12+) лет (рис. 4).



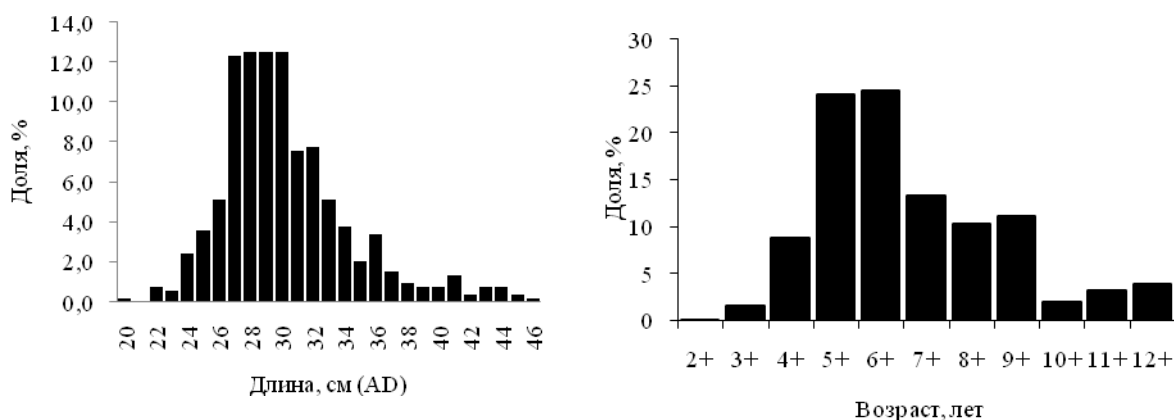


Рис. 4. Размерный и возрастной состав леща осенью 2010 г

Таблица 4

Средняя длина, масса и возраст леща в реке

Год	Средняя длина, см		Средняя масса, г		Средний возраст, лет	
	осень	весна	осень	весна	осень	весна
1	2	3	4	5	6	7
2002–2003	25,9	28,0	410,8	526,0	3,5	4,8
2003–2004	25,5	27,0	386,0	482,0	3,4	4,7

Окончание табл. 4

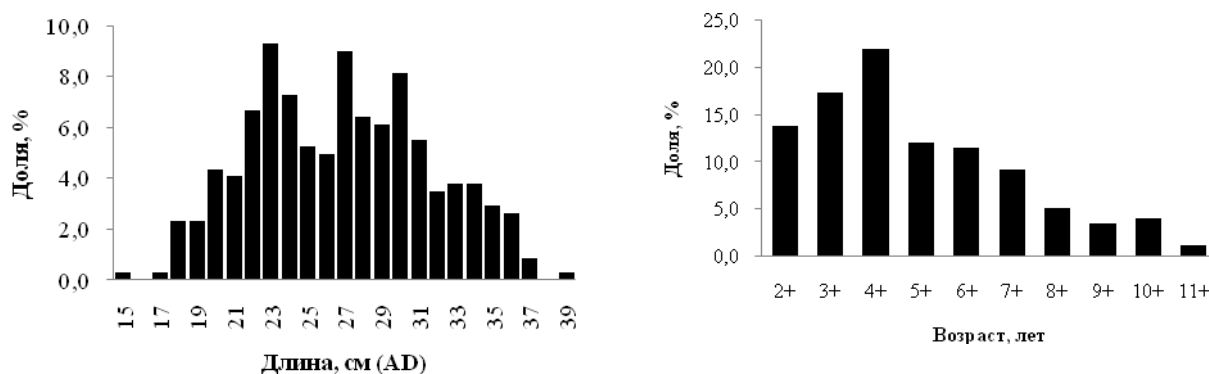
1	2	3	4	5	6	7
2004–2005	24,4	26,3	343,0	486,0	3,1	4,5
2005–2006	26,2	27,3	454,0	483,0	3,7	5,1
2006–2007	25,0	26,1	400,0	412,0	3,5	4,6
2010	30,3	28,9	595,3	–	7,7	7,9

Коэффициент общей смертности леща, рассчитанный как тангенс угла наклона правой части кривой возрастного состава [9], в период осенней путины составил 0.336, что оказалось близким к коэффициенту естественной смертности - 0.332 [10]. Таким образом, можно сделать вывод, что запасы леща эксплуатируются с малой степенью интенсивности [11]. Это мнение подтверждается высокими размерно-возрастными показателями леща по сравнению с 2007 г (табл.4).

#### Серебряный карась (*Carassius auratus gibelio*)

На протяжении многих лет, в Волго-Каспийском районе, серебряный карась составляет основу уловов мелких частиковых рыб (2,27 – 2,98 тыс.т) и характеризуются относительной устойчивостью промысловых показателей. В 2002 – 2007 гг. нерестовая популяция серебряного карася состояла из рыб возрастом от 3 до 10 лет с преобладанием 5 – 6 годовиков [12].

В осенних уловах 2010 г. нагульный серебряный карась был представлен особями возрастом от трех (3+) до двенадцати (11+) лет с размером тела от 15 до 39 см (рис. 5), со средней длиной 26,8 см и массой от 0,15 до 1,97 кг и средней – 0,760 кг. В целом, опираясь на биологические показатели и величину общего вылова промысловый запас серебряного карася находится в стабильном состоянии.



**Красноперка (*Scardinius erythrophthalmus*).**

Условия нагула красноперки в связи с усилившимся зарастанием авандельты Волги, в настоящее время благоприятны [12].

В последнее десятилетие, в Волго-Каспийском районе, уловы красноперки, наряду с другими мелкими частичковыми рыбами, характеризуются стабильной устойчивостью, а промысловый запас имеет тенденцию к увеличению. Среднегодовой вылов составляет примерно 3,6 тыс.т. В последние годы основная масса красноперки добывается в восточных районах дельты (Белинский и Иголкинский банки), где вылов в среднем составляет 57,2% от годового вылова [13] (табл.5).

Таблица 5

**Вылов красноперки по районам дельты р. Волги, тыс.т.**

Район промысла	Годы					Средний, тыс. т
	2003	2004	2005	2006	2007	
Главный банк	0,52	0,50	0,55	0,56	0,86	0,59
Кировский банк	0,83	0,75	0,79	0,85	0,88	0,82
Белинский банк	0,92	0,98	0,96	0,94	1,06	0,97
Иголкинский банк	0,97	0,97	0,89	1,01	1,50	1,06
Выше Астрахани	0,25	0,07	0,09	0,08	0,03	0,1
Всего	3,49	3,27	3,28	3,44	4,33	3,56

В наших исследованиях размерно-массовые и возрастные характеристики превышали среднелетние показатели и составили: возраст 5,2 лет, длина от 16 до 32 см, средняя – 22,8; масса от 80 до 810 г средняя – 300 г.

**Окунь (*Perca fluviatilis*)**

В водотоках дельты и авандельте Волги окунь локализуется на отмелях у зарослей макрофитов. Его промысел осуществляется повсеместно в речной зоне дельты и авандельты в основном пассивными орудиями лова – секретами. Наибольший вылов окуня, около 70%, приходится на первое полугодие. В западных районах дельты он достигает 40%, в восточных 50% и верхней зоне 10 % от общего улова по Волго-Каспийскому району. В целом запасы окуня на протяжении последних десяти лет остаются достаточно стабильными. Исходя из состояния современных запасов окуня в водоемах Волго-Каспийского региона, КаспНИРХ рекомендует увеличить вылов этого вида в западных районах дельты р. Волги, что будет способствовать снижению степени инвазионных заболеваний [14].

В наших уловах размер окуня изменялся в пределах от 16 до 32 см, средняя – 22,2 см, масса от 87 до 698 г, средняя 247 г. Преобладающими были особи длиной 19 – 24 см, что было близким к среднелетним показателям.

**Линь (*Tinca tinca*)**

Уловы линя, наряду с красноперкой и серебряным карасем, на протяжении последних десяти лет составляют основу вылова мелких частичковых рыб Волго-Каспийского района. В среднем за 2002 – 2007 гг. они варьировали в пределах 1,14 – 1,42 тыс.т. Нерестовую популяцию составляли рыбы с возрастом от 2 до 10 лет. В наибольшем количестве встречались рыбы длиной 24 – 33 см, возрастом 5 – 7 лет. Средняя длина линя в промысловых уловах варьировала от 26,2 до 28,9 см, масса от 520 до 681 г, возраст от 4,9 до 6,1 года [12].

В наши уловах линь был представлен особями длиной от 18 до 39 см, средняя – 26,6 см, и массой от 144 до 1300 г, средняя 488 г, что близко по значению к среднелетним показателям.

**Заключение**

Анализ биологического состояния частичковых рыб в дельте Волги показал, что промыслово-биологические характеристики большинства видов находятся на достаточно стабильном уровне. Промысловые запасы перечисленных рыб хотя и сравнительно невысоки, по сравнению с до зарегулированным периодом водостока, но относительно стабильны и не подвержены критическим нагрузкам. Интенсивность промысла щуки, сома, леща, серебряного карася, красноперки, речного окуня, линя не является чрезмерной, о чём свидетельствует сравнение промыслово-биологических показателей этих рыб осенью 2010 г. с литературными данными за предшествующие годы. Причём для щуки зафиксировано небольшое, а для леща – значительное увеличение средних длины, массы и возраста рыб, что позволяет предположить возможность увеличения уловов этих рыб. Оцененный коэффициент уровня общей смертности леща оказался практически равен показателю

естественной убыли, т.е. объемы добычи этой рыбы предположительно следует увеличить.

Из других видов, представленных в уловах, вылов и биологические показатели судака и сазана свидетельствуют о неблагоприятном состоянии их запасов и необходимости щадящего режима рыболовства по отношению к этим видам. Однако введение ограничений на промысел судака и сазана в рамках действующей ныне концепции регулирования промысла посредством установления ОДУ для каждого вида отдельно приведет к сокращению улова рыб, состояние запасов которых вполне благополучно. Поэтому вопросы рационального использования запасов речных и полупроходных рыб Волго-Каспийского бассейна должны решаться с учётом многовидового характера их промысла, т.е. внесением элементов экосистемного подхода в действующие «Правила промысла».

### Литература

1. Матишов Г.Г., Пономарева Е.Н., Абраменко М.И., Балыкин П.А., Лужняк В.А., Старцев А.В., Казарникова А.В., Коваленко М.И., Богатырева М.М., Григорьев В.А., Ковалёва А.В., Корчунов А.А., Лапухин Ю.А., Тихомиров А.М. и др. Ихтиофауна Азово-Донского и Волго-Каспийского бассейнов и методы её сохранения. – Ростов-на-Дону: ЮНЦ РАН, 2009. – 344 с.
2. Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб. – М.: Пищ. пром-ть, 1966. – 375 с.
3. Кушнарченко А.И., Кузнецов Ю.А., Аббакумов В.П., Родионова О.В., Ермилова Л.С. Состояние запасов основных видов крупных пресноводных рыб и перспективы их промысла // Рыбохозяйственные исследования на Каспии: Результаты НИР за 2002 г. – Астрахань: КаспНИИРХ, 2003. – С. 242–260.
4. Кушнарченко А.И., Сидорова М.А. Состояние запасов полупроходных и речных рыб, перспективы их восстановления и промысла // Рыбное хозяйство, №3, 2007. – С. 55–57.
5. Ермилова Л.С. Биология, промысел и запасы щуки Волго-Каспийского района // Материалы Международной научно-практ. конф. «Комплексный подход к проблеме сохранения и восстановления биоресурсов Каспийского бассейна». – Астрахань: КаспНИИРХ, 2008. – С. 82–85.
6. Аббакумов В.П. Промыслово-биологическая характеристика сома водоёмов Волго-Каспийского района // Рыбное хозяйство, №5, 2009. С.61–62.
7. Иванов В.П., Комарова Г.В. Рыбы Каспийского моря. – Астрахань: АГТУ, 2008. – 224 с.
8. Сидорова М.А., Левашина Н.В. Динамика численности поколений, качественная структура популяции северо-каспийского леща // Материалы Международной научно-практ. конф. «Комплексный подход к проблеме сохранения и восстановления биоресурсов Каспийского бассейна». – Астрахань: КаспНИИРХ, 2008. С.143–148.
9. Рикер У.Е. Методы оценки и интерпретация биологических показателей популяций рыб. – М.: Пищевая пром-ть, 1979. – 408 с.
10. Каспийское море: ихтиофауна и промысловые ресурсы / В.Н. Беляева, Е.Н. Казанчев, В.М. Распопов и др. – М.: Наука, 1989. – 235 с.
11. Балыкин П.А. Весенний промысел на Нижней Волге и размерно-возрастной состав уловов воблы и леща // Рыбное хозяйство, 2010. №3. – С. 65–67.
12. Ветлугина Т.А., Ермилова Л.С., Жукова О.П. Состояние запасов красноперки, серебряного карася и линя в Волго-Каспийском районе и перспектива промысла // Материалы Международной научно-практ. конф. «Комплексный подход к проблеме сохранения и восстановления биоресурсов Каспийского бассейна». – Астрахань: КаспНИИРХ, 2008. – С. 65–68.
13. Жукова О.П. Промыслово-биологическая характеристика красноперки Волго-Каспийского района // Материалы Международной научно-практ. конф. «Комплексный подход к проблеме сохранения и восстановления биоресурсов Каспийского бассейна». – Астрахань: КаспНИИРХ, 2008. – С. 217–220.
14. Аббакумов В.П., Ветлугина Т.А., Никитин Э.В., Родионова О.В., Тардина Д.Г., Ткач В.Н. Состояние запасов мелких пресноводных видов рыб в Волго-Каспийском районе и перспектива их промысла Рыбохозяйственные исследования на Каспии: Результаты НИР за 2002 г. – Астрахань: КаспНИИРХ, 2003. – С. 282–295.

**Ответственный за выпуск Н.Г. Клочкова**

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

*II Всероссийская научно-практическая конференция  
(15–18 марта 2011 г.)*

В авторской редакции  
Технический редактор О.А. Лыгина  
Верстка, оригинал-макет О.А. Лыгина

Подписано в печать 11.03.2011 г.  
Формат 61\*86/8. Печать цифровая. Гарнитура Times New Roman  
Авт. л. 32,97. Уч.-изд. л. 33,2. Усл. печ. л. 32,24  
Тираж 25 экз. Заказ № 26

Издательство  
Камчатского государственного технического университета

Отпечатано полиграфическим участком издательства КамчатГТУ  
683003, г. Петропавловск-Камчатский, ул. Ключевская, 35