

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО РЫБОЛОВСТВУ
ПРАВИТЕЛЬСТВО КАЛИНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ
КАЛИНИНГРАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
БАЛТИЙСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ РЫБОПРОМЫСЛОВОГО ФЛОТА

БАЛТИЙСКИЙ МОРСКОЙ ФОРУМ

Материалы VI Международного Балтийского морского форума
3-6 сентября 2018 года

Том 3

ВОДНЫЕ БИОРЕСУРСЫ, АКВАКУЛЬТУРА И ЭКОЛОГИЯ ВОДОЕМОВ

VI Международная научная конференция

Электронное издание

Калининград
Издательство БГАРФ
2018

Сост.: Кострикова Н.А.

ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ КОМИТЕТ:

Волкогон В.А., ректор Калининградского государственного технического университета; Кострикова Н.А., проректор по научной работе КГТУ; Карпович С.М., начальник БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»; Яфасов А.Я., начальник Управления инновациями; Поляков Р.К., начальник Управления научно-исследовательской деятельности; Мезенова О.Я., заведующая кафедрой пищевой биотехнологии КГТУ; Титова И.М., заведующая кафедрой технологии продуктов питания КГТУ; Бокарев М.Ю., директор Института профессиональной педагогики БГАРФ; Тылик К.В., декан факультета биоресурсов и природопользования КГТУ; Лещинский М.Б., заведующий кафедрой автоматизированного машиностроения КГТУ; Соболин В.Н., декан транспортного факультета БГАРФ.

БАЛТИЙСКИЙ МОРСКОЙ ФОРУМ: *материалы VI Международного Балтийского морского форума 3-6 сентября 2018 года* [Электронный ресурс]: В 6 томах. Т. 3. «Водные биоресурсы, аквакультура и экология водоемов», VI Международная научная конференция. – Электрон. дан. – Калининград: Изд-во БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ», 2018. – 1 электрон. опт. диск.

Международный Балтийский морской форум за шесть лет проведения успешно зарекомендовал себя как эффективная многофункциональная коммуникационная площадка для конструктивного диалога между представителями федеральных и региональных органов власти, производителей, инвесторов, бизнес-структур, профессиональных ассоциаций и объединений разработчиков технологий и научно-экспертного сообщества России, Калининградского региона в частности и зарубежных стран.

В рамках VI Международного Балтийского морского форума состоялись конференции:

- **«Инновации в науке, образовании и предпринимательстве – 2018»**, XVI Международная научная конференция;
- **«Морская техника и технологии. Безопасность морской индустрии»**, VI Международная научная конференция;
- **«Водные биоресурсы, аквакультура и экология водоемов»**, VI Международная научная конференция;
- **«Пищевая и морская биотехнология»**, VII Международная научно-практическая конференция;
- **«Инновации в технологии продуктов здорового питания»**, V Национальная научная конференция;
- **«Прогрессивные технологии, машины и механизмы в машиностроении и строительстве»**, IV Международная научная конференция;
- **«Инновации в профессиональном, общем и дополнительном образовании»**, IV Международная научная конференция;
- **«Прогрессивные технологии на транспорте»**, Круглый стол;
- **«Инновационное предпринимательство – 2018»**, IV Международная конференция.

Материалы конференции публикуются в авторской редакции в виде электронного издания с присвоением международного стандартного номера ISBN, зарегистрированного в каталоге «Российские электронные издания» НТЦ «ИНФОРМРЕГИСТР».

Текстовое (символьное) электронное издание

Минимальные системные требования:

Тип компьютера, процессор, частота: Pentium 3, процессор с частотой не ниже 500 MHz.

Оперативная память (RAM): 64 Mb и более.

Необходимо на винчестере: 200 Mb.

Операционные системы: Microsoft Windows 98/Me/2000/XP/7.

Видеосистема: видеокарта 8 Mb памяти или лучше.

Акустическая система: звуковая карта (любая).

Дополнительное оборудование: CD привод 8x или лучше (рекомендуется 16x).

Дополнительные программные средства: ПО для просмотра файлов PDF.

Количество носителей – 1.

© БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ», 2018

ISBN 978-5-7481-0405-0

Подписано в печать 15.11.2018 г.
Объем издания – 25 Мб.
Количество носителей – 1.
Уч.-изд. л. – 37,75.

Записано на материальный носитель:

БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»,
Издательство БГАРФ,
член Издательско-полиграфической ассоциации высших учебных заведений
236029, Калининград, ул. Молодежная, 6,
тел. +7 (4012) 95-77-18,
тел./факс +7 (4012) 95-52-27,
e-mail: bga_izdatel@mail.ru

БАЛТИЙСКИЙ МОРСКОЙ ФОРУМ: материалы VI Международного Балтийского морского форума 3-6 сентября 2018 года.

Том 1. «Инновации в науке, образовании и предпринимательстве – 2018», XVI Международная научная конференция.

Том 2. «Морская техника и технологии. Безопасность морской индустрии», VI Международная научная конференция.

Том 3. «Водные биоресурсы, аквакультура и экология водоемов», VI Международная научная конференция.

Том 4. «Пищевая и морская биотехнология», VII Международная научно-практическая конференция.

Том 5. «Инновации в технологии продуктов здорового питания», V Национальная научная конференция.

Том 6. «Прогрессивные технологии, машины и механизмы в машиностроении и строительстве», IV Международная научная конференция;

«Инновации в профессиональном, общем и дополнительном образовании», IV Международная научная конференция;

«Прогрессивные технологии на транспорте», Круглый стол;

«Инновационное предпринимательство – 2018», IV Международная конференция.

**«ВОДНЫЕ БИОРЕСУРСЫ И ЭКОЛОГИЯ ВОДОЕМОВ»
VI МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ**

**"AQUATIC BIORESOURCES, AQUACULTURE
AND ECOLOGY OF WATER RESERVOIRS"
VI INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE**

**СОДЕРЖАНИЕ
CONTENTS**

**СЕКЦИЯ «АКВАКУЛЬТУРА»
SECTION "AQUACULTURE"**

<i>Булли Л.И.</i> К биотехнологии разведения камбалы калкан Азово-Черноморского бассейна.....	4
<i>Золотницкий А.П., Сытник Н.А., Крючков В.Г.</i> Биоэкологическое обоснование и разработка проекта создания морской фермы по культивированию мидий в северо-восточной части Черного моря.....	9
<i>Кузнецова Т.А., Базарнова Ю.Г., Боргоякова А.С.</i> Динамика процесса автофлорации клеток микроводорослей <i>Chlorella sorokiniana</i> в аквакультуре	19
<i>Курапова Т.М., Гончаренок О.Е.</i> Изменение антиокислительной активности у первого поколения судака при выращивании в УЗВ ООО ТПК «БАЛТПТИЦЕПРОМ»	26
<i>Молчанова К.А., Савина Л.В., Серпунин Г.Г.</i> Гематологические особенности двухлетков радужной форели, выращиваемой в УЗВ	31
<i>Статкевич С.В.</i> Особенности формирования и содержания маточного стада гигантской пресноводной креветки <i>Macrobrachium rosenbergii</i> в питомниках Крымского полуострова	36
<i>Тытарев К.А., Хрусталев Е.И., Курапова Т.М.</i> Оценка темпа роста клариевого сома в УЗВ	41
<i>Хайновский К.Б., Юсупова Д.И.</i> К вопросу об использовании Правдинского водохранилища (Калининградская область) в целях аквакультуры	45
<i>Хрусталев Е.И., Курапова Т.М.</i> Результаты выращивания разновозрастной стерляди в УЗВ	55
<i>Хрусталев Е.И., Молчанова К.А., Гончаренок О.Е.</i> Реализация на практике расчетной модели роста угря (<i>Anguilla anguilla</i> L.) в УЗВ.....	60

**СЕКЦИЯ «БИОЛОГИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ ВОДОЕМОВ»
SECTION "AQUATIC BIORESOURCES"**

<i>Аськеев А.О., Аськеев О.В., Аськеев И.В.</i> Экология обыкновенного ельца, язя, голавля и волжского подуста в малых реках республики Татарстан.....	64
<i>Бурбах А.С., Шибаев С.В.</i> Видовая идентификация европейской корюшки и снетка в промысловых уловах в период нерестового хода в реках бассейна Куршского залива ..	72

<i>Веснина Л.В., Романенко Г.А., Лукерин А.Ю., Теряева И.Ю., Зеленцов Н.В.</i> Современное состояние водных биологических ресурсов Верхней Оби Алтайского края	78
<i>Веснина Л.В., Трофимов А.Н., Романенко Г.А., Теряева И.Ю.</i> Спортивно-любительское рыболовство озера Телецкое Республики Алтай	89
<i>Загрийчук В.П., Бутков К.А., Фоменко В.И.</i> К вопросу применения и обозначения стандартных орудий лова на промысле	99
<i>Занина П.Р., Алдушина Ю.К.</i> Анализ вылова водных биоресурсов на Куршском заливе в зависимости от формы собственности пользователей водных биоресурсов на основании данных мониторинга	104
<i>Кузнецов М.Ю., Поляничко В.И., Сыроваткин Е.В., Шевцов В.И.</i> Использование гидроакустического эхоинтегрирующего комплекса для исследования полей анфельции (<i>Ahnfeltia tobuchiensis</i>)	111
<i>Насонова Н.А., Соколов А.В.</i> Биологические характеристики производителей горбуши (<i>Oncorhynchus gorbuscha</i>) реки Рейдовой (о. Итуруп) в современный период.....	117
<i>Пак Р.А., Архипов А.Г., Симонова Т.А.</i> Изменения численности ихтиопланктона в водах Мавритании	122
<i>Распутина Е.Н., Милянчук Н.П., Ильмаст Н.В.</i> Роль байкальского бокоплава (<i>Gmelinoides fasciatus Stebbing</i>) в питании рыб Ладожского озера	130
<i>Савосин Д.С., Ильмаст Н.В.</i> Ихтиофауна озера Пяозера (Северная Карелия).....	135
<i>Саускан В.И., Осадчий В.М., Архипов А.Г.</i> Современные условия и потенциальные возможности для развития российского промысла водных биоресурсов в Балтийском море, Атлантическом океане и южной части Тихого океана	147
<i>Соколов А.В., Петерфельд В.А.</i> О причинах введения запрета на промысловый лов омуля (<i>Coregonus autumnalis migratorius, Georgi</i>) озера Байкал в современный период..	158
<i>Тылик К.В.</i> Современное состояние и основные задачи изучения ихтиофауны реки Красной – памятника природы Калининградской области	165
<i>Хрусталева А.М., Углова Т.Ю., Кловач Н.В.</i> Полиморфизм и естественный отбор в генах главного комплекса тканевой совместимости (МНС) нерки п-ва Камчатка	169
<i>Чуупикова Е.С., Ткаченко С.А., Борисенко Г.С., Ковековдова Л.Т., Попков А.А.</i> Мониторинг показателей безопасности сардины иваси.....	177
<i>Шибаетов С.В., Лулева Е.В., Шибаетов Л.В.</i> К вопросу о компенсации возможного ущерба, наносимого водным биоресурсам в процессе эксплуатации Балтийской АЭС..	182

СЕКЦИЯ «ИХТИОПАТОЛОГИЯ И ГИДРОБИОЛОГИЯ» SECTION "ICHTHYOPATHOLOGY AND HYDROBIOLOGY"

<i>Бугранова О.С.</i> Летний фитопланктон западной части пр. Форелевого (г. Калининград) в 2015-2016 гг.	188
<i>Буруковский Р.Н.</i> Определитель бокоплавов (Crustacea, Amphipoda) Балтийского моря.....	194
<i>Буруковский Р.Н., Кобяков К.А.</i> Состав пищи креветки <i>Eualus gaimardi belcheri</i> (Bell, 1855) (Crustacea, Decapoda, Eualus) с шельфа моря Лаптевых	206
<i>Казаченко В.Н.</i> Происхождение фауны паразитических копепод (Crustacea: Copepoda) рыб Вьетнама	212
<i>Казимирченко О.В.</i> Микробиологические исследования леща (<i>Abramis brama</i> L.) реки Неман в осенний сезон 2017 г.	219
<i>Кривошусова Е.В., Шибаетова М.Н.</i> Видовой состав зоопланктона озера Виштынецкого в летний сезон.....	226
<i>Кудикина Н.П., Омельницкая Э.А., Скоробогатых И.А.</i> Экологический риск нового класса загрязняющих веществ, разрушающих эндокринную систему гидробионтов: механизмы воздействия и биомаркеры	233

<i>Манаков Д.В.</i> Характеристика пресноводных моллюсков южного побережья Куршского залива (пос. Заливное, Калининградская область, Россия).....	244
<i>Судник С.А.</i> Созревание репродуктивной системы самок креветок <i>Melicertus kerathurus</i> (Crustacea: Decapoda: Penaeoidea: Penaeidae).....	255
<i>Судник С.А., Поддубева Е.А.</i> Репродуктивная биология крабов <i>Lyphira perplexa</i> Galil, 2009 (Crustacea: Decapoda: Brachyura: Leucosiidae) залива Нячанг Южно-Китайского моря	266
<i>Цыбалёва Г.А., Кузьмин С.Ю., Авдеева Е.В.</i> Характеристика зоопланктона по трофическим и бактериальным показателям в западной прибрежной зоне Куршского залива летом 2017 года	278

**СЕКЦИЯ «ЭКОЛОГИЯ И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ»
SECTION "ECOLOGY AND ENVIRONMENTAL MANAGEMENT"**

<i>Алдушина Ю.К., Сташкевич Т.В.</i> Изменение величины платы за негативное воздействие на окружающую среду как результат изменения экологического законодательства	284
<i>Берникова Т.А., Кривошускова Е.В., Цветкова Н.Н.</i> Межгодовая динамика хлорофилла «а» в поверхностном слое озера Виштынецкого в начале рекреационного сезона	291
<i>Вишневская Т.И., Кадникова И.А., Аминина Н.М., Журавлева О.В., Епур Н.В., Рогов А.М.</i> Мониторинг содержания токсичных элементов в сахарине японской Японского и Охотского морей	300
<i>Иванова К.В., Лукьянова Л.М.</i> Проблемы загрязнения окружающей среды предприятиями по производству строительных материалов в Калининградской области и пути их решения	306
<i>Карпов Д.В., Уманский С.А.</i> Вклад городских автобусов в загрязнение воздушной среды Калининграда и обоснование целесообразности их перевода на газомоторное топливо.....	315
<i>Ларионов Д.Н.</i> Намыв защитного пляжа хвостохранилища вскрышными породами Приморского карьера как метод защиты западного побережья Калининградской области от волнового воздействия Балтийского моря	322
<i>Лозицкая Е.А., Цупикова Н.А.</i> Изучение внешней нагрузки на пр. Пелавский (г. Калининград) в 2016-2018 гг.	327
<i>Лукьянова Л.М.</i> Анализ проблемной ситуации по водоснабжению и водоотведению в Калининградской области и некоторые пути ее преодоления	339
<i>Цупикова Н.А., Бугранова О.С., Блоцкая Е.Н.</i> Оценка экологического состояния пруда у стадиона «Пионер» (г. Калининград) в 2017 г.	348
<i>Цупикова Н.А., Костыря Ю.С.</i> Геоэкологическая характеристика реки Забава (Калининградская область)	356

СЕКЦИЯ «АКВАКУЛЬТУРА» SECTION "AQUACULTURE"

УДК 639.3.034

К БИОТЕХНОЛОГИИ РАЗВЕДЕНИЯ КАМБАЛЫ КАЛКАН АЗОВО-ЧЕРНОМОРСКОГО БАССЕЙНА

Булли Любовь Ивановна, доцент, канд. биол. наук

ФГБОУ ВО «Керченский государственный морской технологический университет»,
г. Керчь, Россия, e-mail: l_bulli@mail.ru

*По материалам, полученным в ходе работ по искусственному воспроизводству азовского и черноморского калканов (род *Scophthalmus* = *Psetta*), дана сравнительная характеристика некоторых показателей их зрелых яиц и личинок. Показано, что жизнеспособное потомство можно получить от первых трех-четырех порций икры, в которых сухая масса яйца черноморского калкана составляет около 45 мкг, азовского – не менее 30 мкг. Оптимум развития эмбрионов и личинок обоих подвидов отмечен в диапазоне солености 18-20 ‰*

Камбала-калкан *Scophthalmus maeoticus* Pallas, 1814 [1] = *Psetta maeoticus* Rathke, 1837 [2] и азовский калкан *Scophthalmus maeoticus torosa* Pallas = *Psetta maeoticus torosa* Rathke, 1837. - ценные промысловые объекты в Черном и Азовском морях.

В настоящее время популяция азовского калкана находится в депрессивном состоянии. Запас черноморской камбалы калкан, также длительный период находившийся на очень низком уровне, с 2000 года стабилизировался и составляет 12-13 тыс. т, но меньше отмечаемого в 80-х годах в 1,5-2 раза (данные отдела сырьевых ресурсов ЮгНИРО).

В этих условиях особую актуальность приобретают работы по искусственному воспроизводству этих рыб.

В течение ряда лет, начиная с 1998 года, на экспериментальной базе «Заветное», находящейся на побережья южной части Керченского пролива, проводились работы по получению жизнестойкой молоди азовского калкана, в последние годы ведутся работы по искусственному воспроизводству черноморского калкана с целью пополнения естественных популяций. Однако выращивание жизнестойкой молоди все еще остается наиболее сложным этапом в биотехнологии искусственного воспроизводства, что требует более глубокого изучения особенностей биологии подвидов и совершенствования технологий искусственного воспроизводства.

В связи с этим целью работы являлось исследование качества зрелых половых продуктов и их влияние на жизнестойкость потомства азовской и черноморской камбал в условиях искусственного воспроизводства.

Для выполнения поставленной цели решались следующие задачи:

1. Изучить морфофизиологические показатели зрелой икры черноморской и азовской камбал, получаемой в ходе работ по воспроизводству.
2. Изучить влияние солености на развитие эмбрионов и жизнеспособность молоди камбал.

Работы по искусственному воспроизводству азовского и черноморского калканов проводили с конца апреля до начала июня. Производителей азовского калкана от-

бирали из природных популяций, обитающих в юго-западной части Азовского моря, черноморского – из уловов в Черном море в районе Керченского предпроливья. когда температура воды не превышала 14°C.

Наиболее пригодными для целей искусственного воспроизводства являются самки калкана, имеющие гонады IV и IV-V стадий зрелости; самцы – IV-V и V. Такие рыбы меньше подвержены стрессу и хорошо переносят перевозку, как в полиэтиленовых пакетах с водой, аэрированной кислородом, или сжатым воздухом, так и в других емкостях.

Рыбу доставляли на экспериментальную базу и помещали в железобетонные бассейны объемом 1,5-2,0 м³ с проточной и постоянно аэрируемой водой. Созревание производителей проходило при постепенно повышающейся температуре воды с 13 до 16 °С, а также при ее колебании в зависимости от направления течений в Керченском проливе с 12,5 до 18,5 °С. Соленость воды изменялась с 11 до 18‰.

Зрелую икру получали как от интактных рыб, созревающих самостоятельно при повышении температуры воды, так и с помощью гормональных инъекций (азовской камбалы). Для стимулирования созревания производителей использовали ацетонированные гипофизы своего вида, заготовленные на местах промысла, и синтетический аналог люлиберина – сурфагон. Самцов также инъецировали. Инъекции возобновляли после каждого отцеживания эякулята. Это позволило использовать самцов для осеменения икры многократно.

Для оценки качества полученных порций икры определяли величину процента оплодотворения, размер зрелого яйца, его сырую и сухую массу, размеры предличинок после вылупления и их выживаемость в течение развития до завершения этапа заполнения плавательного пузыря и перехода на внешнее питание.

Икру инкубировали при солености, обеспечивающей ей взвешенное состояние. Для изучения влияния солености на эмбриональное развитие осеменение икры черноморского калкана проводили в воде соленостью: 6, 10, 16, 18, 20, 22, 30 и 40‰, азовского – в диапазоне 10-30 ‰.

После определения процента оплодотворения икру на стадии 2-4 бластомеров переносили в морскую воду 18 или 20‰, в зависимости от величины нейтральной плавучести исследуемой партии икры.

Личинок выращивали в бассейнах рециркуляционной системы, а также в проточных вкопанных в грунт бассейнах, установленных под специальным навесом, обеспечивающим разную степень естественного освещения в режиме «скользящая тень» [3]. Вода в бассейнах постоянно аэрировалась. В течение эмбрионального и раннего личиночного развития температура воды изменялась от 12-13 °С, до 15-17 °С. В качестве корма использовали коловраток, морской зоопланктон и зоопланктон солоноватоводного озера, представленного в основном копеподой *Diaptomus salinus*.

Камбалы калканы относятся к видам рыб с порционным выведением икры. Зрелые ооциты калкана прозрачны, шарообразной формы. Размер их зависит от размера (возраста) самки и порядкового номера порции. Как показали исследования, диаметр овулировавшей икры черноморской камбалы калкана в разных порциях варьирует от 977 до 1300 мкм, диаметр жировой капли в большинстве случаев не превышает 219 мкм, изменяясь в пределах от 200 до 225,4 мкм.

Диаметр овулировавшей икры азовской камбалы калкана варьирует от 977 до 1212 мкм, жировой капли - в пределах от 170,7 до 219,4 мкм, в большинстве случаев не превышая 200 мкм. Относительный объем жировой капли составляет 0,45-0,61% у черноморской камбалы и 0,40-0,67% - у азовской.

Зрелая икра калкана, полученная как после температурного, так и после гормонального стимулирования созревания самок, может существенно различаться по ряду

морфофизиологических показателей. В ходе исследований выявлена тенденция снижения ряда показателей зрелой овулировавшей икры камбалы от порции к порции, а также от начала к концу периода созревания рыб. Как показали исследования, достоверные различия по размеру икринок часто отмечаются уже между первой и второй порциями икры. У одной и той же самки степень достоверности различий между размерами икры первой и последующих порций возрастает по мере увеличения порядкового номера порции. Сырая и сухая масса зрелых ооцитов также снижается в течение нерестовой кампании (рис. 1).

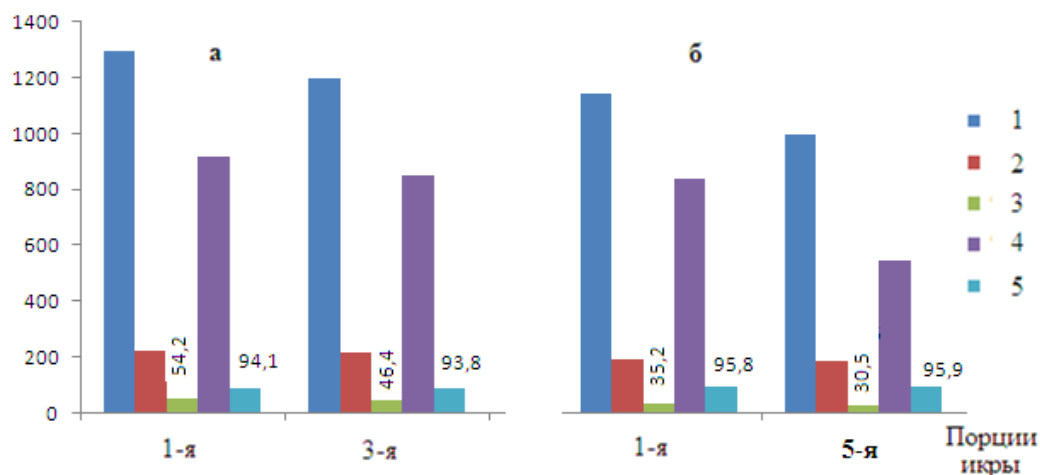


Рис. 1. Изменение показателей зрелой икры черноморского (а) и азовского (б) калканов в зависимости от номера порций: 1- диаметр зрелого яйца, мкм, 2 – диаметр жировой капли, мкм; 3 – сухая масса, мкг, 4- сырая масса, мкг, 5 – влага, %

Интересно, что у рыб, выловленных в конце нереста, такая зависимость прослеживается не всегда. Возможно, это связано с тем, что в искусственных условиях камбалы не питаются, тогда как в море у них продолжается нагул и во время нерестового сезона.

Несомненно, энергетические и пластические компоненты, содержащиеся в зрелом яйце, играют важную роль в жизнеобеспечении ранних личинок. Зависимости выживаемости личинок (W) от сырой (P1) и сухой (P2) массы икринки, за период развития до перехода на активное питание и заполнения плавательного пузыря, хорошо аппроксимируются уравнениями логарифмической функции (рис. 2 и 3).

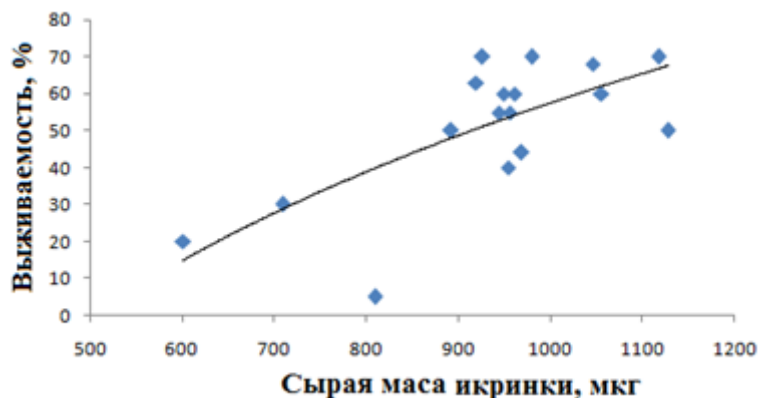


Рис. 2. Зависимость выживаемости личинок черноморского калкана от сырой массы икры на этапе перехода на активное питание

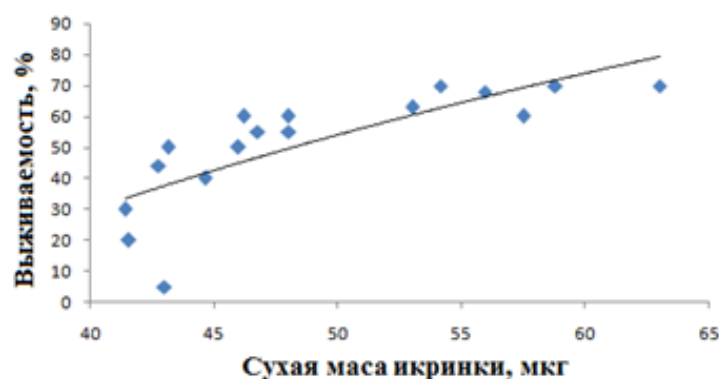


Рис. 3. Зависимость выживаемости личинок черноморского калкана от сухой массы икры на этапе перехода на активное питание

Уравнения, описывающие эти зависимости, имеют следующий вид:

$$W = 83,74 \ln (P1) - 520,9, \quad r = 0,71 \quad (1)$$

$$W = 108,9 \ln (P2) - 371,9, \quad r = 0,78 \quad (2)$$

Как видно из представленных рисунков и уравнений, наиболее тесная связь отмечена между выживаемостью ранних личинок и сухой массой овулировавшей икры. Лучшая выживаемость отмечается в партиях икры, в которых сухая масса была выше 45 мкг. Вероятно, в такой икре содержится достаточное количество пластических веществ, необходимых для нормального развития эмбриона и личинки.

При анализе полученных результатов выявлено, что масса икринок менее 45 мкг в основном отмечалась уже в пятой порции икры черноморского калкана. Следовательно, для рыбоводных целей можно использовать первые 3-4 порции икры.

Для целей искусственного воспроизводства азовской камбалы также целесообразно отбирать первые 3-4 порции икры, сухой массой не менее 30 мкг [4].

Обращает на себя внимание, что икра черноморского калкана несколько крупнее, имеет больший размер жировой капли и более высокую сухую массу овулировавшей икринки первых порций икры, чем икра азовской камбалы. Кроме того, содержание влаги в ооцитах азовской камбалы выше, что, вероятно, является адаптацией подвидов к нересту в воде меньшей солености.

Наблюдения показали, что интервал между выведением очередных порций икры у камбал может колебаться от 8 до 48 часов в зависимости от условий среды и состояния самок. При оптимальных условиях нереста (14-16 °С) созревание яйцеклеток происходит непрерывно, формирование и отделение порций икры может происходить через 8-12 часов. Количество яиц в отдельных порциях варьирует в значительных пределах – от 13,0 до 250 тыс.шт. Наибольшее количество икры было получено от самок IV стадии зрелости, после введения гормональных инъекций. Как правило, наиболее многочисленными являются первые 2-3 порции икры. При содержании рыб в благоприятных для созревания условиях следует каждые сутки проверять состояние ооцитов, чтобы не допустить их перезревания.

Важнейшим фактором среды, лимитирующим развитие пелагической икры морских рыб, является соленость. Поэтому при искусственном воспроизводстве камбалы-

калкана особый интерес представляют исследования влияния этого фактора на эмбриональное развитие вида.

Известно, что икра азовской камбалы способна оплодотворяться в воде соленостью довольно широкого диапазона от 10 до 30‰ [5]. При 10‰ оплодотворяемость икры колебалась в отдельных порциях от 10 до 44%, а в 30‰ - от 60 до 76%, максимальный процент оплодотворения отмечается в 18‰ - от 69 до 95%

В наших экспериментах исследована способность к оплодотворяемости икры черноморского калкана в воде 6, 10, 30 и 40‰, т.е. в более широком диапазоне солености. Исследования показали, что и в этих условиях оплодотворение происходит. Так, при осеменении икры в 6 и 10 ‰ развитие (появление 2-4 бластомеров) составило 1%, тогда как в контроле -18‰ процент оплодотворения равнялся 93. В 30‰ развивалось 42% зародышей, а в 40‰ – всего 9%.

Икра, осемененная в 6‰, и на этапе дробления перенесенная в воду соленостью 20‰, развивалась. В этих условиях она инкубировалась в толще воды, при температуре 14-16 °С. Личинки были вполне нормальными.

В солености 40‰ эмбрионы также развивались, но на этапе органогенеза отмечалась гибель большей части, у которых отмечалось нарушение развития хвостового отдела туловища. Вылупление было единичным. В 30‰ также отмечалась гибель зародышей с нарушением развития хвостового отдела, но около 20% личинок оказались нормальными, и на этапе перехода на активное питание их выживаемость составила 90%. Интересно, что соленость 30‰, которая является благоприятной для атлантического тюрбо, близкородственного вида, вызывает у большей части эмбрионов калкана нарушения в развитии.

Лучшие результаты инкубации икры и выращивания личинок, как черноморской камбалы, так и азовской, получены в воде соленостью 18-20‰. Эти условия обеспечивают положительную плавучесть икринкам большинства партий.

Таким образом, в условиях искусственного воспроизводства при оптимальных абиотических условиях жизнеспособность потомства камбал зависит от качества зрелых половых продуктов, которое, как известно, определяется в основном запасом трофических и энергетических веществ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Световидов А. Н. Рыбы Черного моря. М. - Л.: Наука, 1964. 552 с.
2. Смирнов А.И. Фауна Украины. Рыбы. Киев: Наукова думка, 1986. Т. 8. Вып. 5. 320 с.
3. Nash C. E., Shehadeh Z. H. Review of Breeding and Propagation Techniques for Grey Mullet, *Mugil cephalus* L. International Center for Living Aquatic Resources Management Manila, Philippines, 1980. 87 pp.
4. Булли Л.И. Азовская камбала–калкан – перспективный объект марикультуры / Рыбное хозяйство. 2015. № 2. С. 100-103.
5. Шекк П.В., Куликова Н.И. Марикультура рыб и перспективы ее развития в Черноморском бассейне / Киев: КНТ, 2005. 308 с.

ON BIOTECHNOLOGY OF THE TURBOT BREEDING FROM THE AZOV AND BLACK SEA BASIN

Bulli L.I., PhD (Biology), Assoc. Professor

Kerch State Maritime Technological University, Kerch, Russia, e-mail: l_bulli@mail.ru

*Based on the materials, obtained during the artificial breeding of the Azov Sea and Black Sea turbot (genus *Scophthalmus* = *Psetta*), comparative analysis of some indices of their ripe eggs and larvae is made. It is shown that viable progeny can be obtained from the first 3-4 hatches of the fish fry where the dry weight of the egg makes up about 45 μg (the Black Sea turbot) and no less than 30 μg (the Azov Sea turbot). The optimum of the embryos and larvae development for both species is reported at the salinity range of 18-20 ppt.*

УДК 591.524.11.574.47(262.5)

БИОЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА ПРОЕКТА СОЗДАНИЯ МОРСКОЙ ФЕРМЫ ПО КУЛЬТИВИРОВАНИЮ МИДИЙ В СЕВЕРО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ЧЕРНОГО МОРЯ

¹Золотницкий Александр Петрович, профессор, д-р биол. наук

¹Сытник Наталья Александровна, доцент, канд. биол. наук

²Крючков Виктор Георгиевич, заведующий сектором

¹Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Керченский государственный морской технологический университет», Керчь, Россия, e-mail: zapb@mail.ru, amtek-kerch@mail.ru

²Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Азовский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства», Россия, e-mail: kvg121047@mail.ru

Приведены данные по биологии, экологии и биотехнологии культивирования черноморской мидии. Исследованы наиболее приемлемые акватории в Черном море для создания хозяйства марикультуры мидий. Изучены плотность, биомасса и размерно-весовые характеристики естественных популяций мидий. Предложены схемы индустриального размещения морских сооружений в рассматриваемых акваториях, с учетом возможных и экстремальных гидрометеорологических условий

В настоящее время одной из наиболее важных задач, стоящих перед рыбохозяйственной наукой, является расширенное воспроизводство биологических ресурсов в пресных и морских водоемах. Исходя из современного состояния и тенденций развития, получение необходимых биоресурсов из Мирового океана, большинство ученых связывает с развитием аква- и марикультуры. Пятикратное увеличение масштабов культивирования гидробионтов за последние 25 лет, связано, в частности, и с промышленным культивированием моллюсков [1].

Мясо моллюсков является деликатесным, диетическим продуктом, содержащим в высоких концентрациях все незаменимые аминокислоты, а также биологически-активные вещества (БАВ), обладающие иммуномодулирующим, радиопротекторным и антираковым действием. Они нормализуют процессы метаболизма у человека, что поз-

воляет использовать их не только для производства пищевой продукции, но и для изготовления препаратов лечебно-профилактического назначения.

Чёрное море по своему физико-географическому положению является одним из наиболее перспективных бассейнов для выращивания моллюсков. Благоприятные климатические условия, высокая трофность шельфовой зоны Чёрного моря и наличие естественных (природных) популяций этих организмов, обеспечивающих морские хозяйства посадочным материалом, в значительной степени, определяют повышенный интерес к проблеме промышленного выращивания морских гидробионтов [2]. Следует отметить, что развитие промышленной марикультуры моллюсков в бывшем СССР началось в Чёрном море. Именно здесь в 1987 г. был создан производственный научно-технический центр (ПНТЦ) «Керчьмоллюск», с масштабами выращивания 10 тыс. тонн мидий, а затем и другие марихозяйства. К сожалению, в связи с распадом СССР указанные работы были прекращены хотя для своего продолжения имелись все необходимые предпосылки [1].

После перехода Крыма под юрисдикцию Российской Федерации вновь возникла возможность возродить марикультуру моллюсков на Чёрном море и создать сеть морских хозяйств (ферм) на Чёрном море, что может внести весомый вклад в решение продовольственной программы России. В связи с этим ФГБОУ ВО «КГМТУ» обратилось с предложением в Росрыболовство по организации мидийного хозяйства северо-восточной части Черного моря, на основе которого и был заключен договор по созданию такого хозяйства.

Таким образом, объектом настоящего исследования являлось организация морского хозяйства по культивированию мидий. Цель работы заключалась в разработке биоэкологического обоснования и оптимальных схем морских гидробиотехнических сооружений (МГБТС) для создания хозяйства по культивированию мидий в северо-восточной части Черного моря.

Материал и методы исследования. Исследования проводились в шельфовой зоне Керченского пролива и предпроливья Черного моря: переходная зона южной части Керченского пролива в предпроливье (м. Такиль- м. Кыз-Аул) и шельфовая зона от м. Кыз-Аул до м. Чауда. Сбор материала проводили путем полевых наблюдений и натуральных испытаний. Объем собранного и обработанного материала представлен в таблице 1.

Таблица 1

Объем собранного и обработанного материала

Название исследований	Объем работ
Гидробиологических станций	96
Бентосных станций	84
Собрано и обработано проб:	
- фитопланктона	86
- зоопланктона	93
Биологический анализ мидий естественных поселений	210
Обработано токсикологических проб	408
Собрано и обработано санитарно-бактериологических проб	287
Собрано и обработано паразитологических проб	138

Изучение естественных поселений мидий в исследуемом районе осуществляли в августе, в ходе экспедиции, проводимой вдоль исследуемого побережья на автотранспорте, а также в октябре, в ходе выполнения на судне бентосной съемки по стандартной схеме станций (рис. 1). В первом случае, мидий с помощью водолазов снимали с

субстрата в прибрежной зоне, на глубине 1,5 - 2 м. Во втором случае, на каждой станции проводили драгирование дна в течение определенного промежутка времени.

Результаты и обсуждение. В результате исследований ЮгНИРО, проведенных в различных районах Чёрного моря, разработана биотехнология и нормативы промышленного выращивания мидий, оригинальные технические средства для сбора спата и выращивания мидии до товарного размера, а также разработана механизированная линия по первичной обработке коллекторов и моллюсков на судне (съём мидий с коллекторов, чистка, мойка, сортировка на размерные фракции).

Для выращивания мидий необходимо, чтобы район для культивирования отвечал определенным требованиям: удаление акватории от промышленных и бытовых стоков, соответствие количества токсикантов (тяжелых металлов, пестицидов, детергентов), предельно-допустимым концентрациям, а бактериальной обсемененности воды и определенным санитарным нормам; океанографический режим района, особенно содержание кислорода, соленость и интенсивность водообмена, трофность акватории и отсутствие лимитирования заданных масштабов выращивания. В районе расположения берегового комплекса хозяйства должны быть все необходимые коммуникации: линия электропередачи, пресная вода, подъездные дороги [13]. В противном случае дальнейшие усилия и финансовые затраты будут нецелесообразны.

На I этапе работ, проводимых в 2016 г. основное внимание было уделено анализу экологического состояния района работ: гидрометеорологическим условиям акватории трофическим условиям биотопа, наличию маточных стад, анализу токсикологической и санитарно-бактериологической (включая паразитологическое) характеристике района и техническим средствам культивирования.

Проведенные исследования показали, что режим ветровой деятельности в северо-восточной части Черного моря характеризуется преобладанием ветров северо-восточных (19,3 %) и восточных (15,1 %) направлений. Северо-восточные ветры не создают максимального ветрового волнения на черноморском участке рассматриваемого побережья (м. Такиль – м. Чауда), а юго-западные ветры – благоприятны для плантаций, размещенных в южной части пролива (у крымского побережья). Результаты исследований течений, водообмена, колебаний солености, температурного и ледового режима северо-восточной части Черного моря позволяют сделать выводы о возможности реализации проекта создания морской фермы по культивированию мидий в указанном районе (рис. 1).

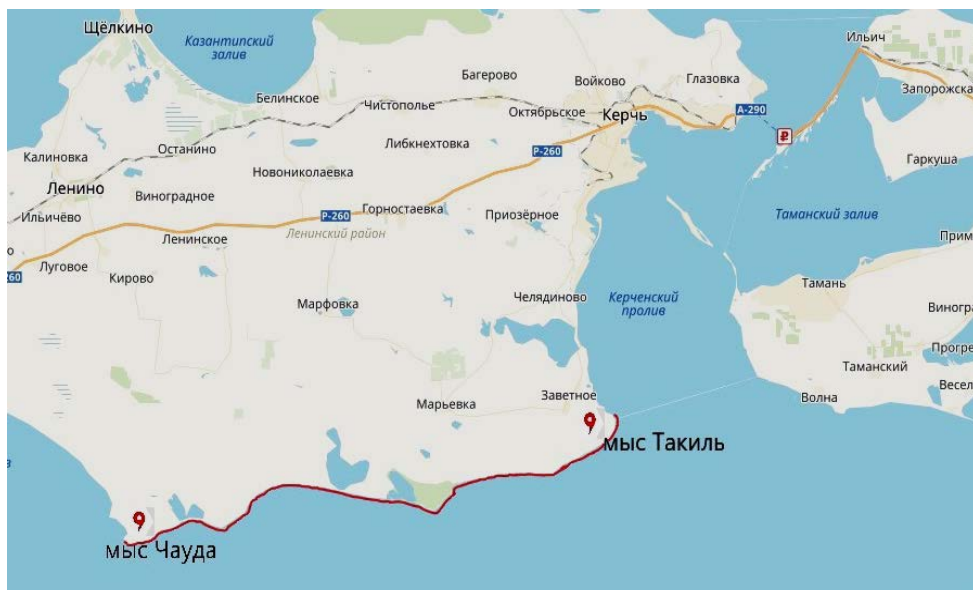


Рис. 1. Предполагаемая акватория для создания морской фермы по культивированию моллюсков от южной части Керченского пролива (от оз. Тобичик) до м. Такиль и м. Чауда

У берегов Крыма по гидрометеорологическим условиям для создания хозяйств подходят акватории от южной части Керченского пролива до м. Такиль и затем до м. Чауда (более 50 км восточного побережья Крыма и 2500 га площади подходящих акваторий). Здесь могут быть отработаны технологии функционирования морских ферм, как в условиях относительно укрытого от сильного волнения мелководья (южная часть Керченского пролива), так и в условиях открытого для волнения, относительно приглубого побережья (черноморское побережье Керченского полуострова). Хозяйство со всей своей инфраструктурой целесообразно расположить на южном побережье Керченского пролива или в районе предпроливье. Культивирование мидий можно проводить как в Керченском проливе (в районе оз. Тобечикское и п. Заветное), так и предпроливной части - от м. Такиль до м. Чауда (рис. 1).

Важнейшей характеристикой района, планируемого для развития марикультуры моллюсков, является его биологическая продуктивность, т.е. способность данного водоема образовывать (воспроизводить) определенное количество живого вещества за единицу времени (сутки, месяц, год). Исходной (базовой) характеристикой является продукция фитопланктона, где органическое вещество создается из неорганических элементов, и передается организмам высших трофических уровней (зоопланктону, моллюскам, рыбам). Проведенные гидробиологические съемки в предпроливье - прибрежной акватории моря от м. Такиль до м. Чауда, по стандартной сетке станций, показала, что распределение фитопланктона в исследуемом районе неравномерно и подвержено значительным изменениям даже в течение месяца, что по всей видимости, во многом зависит от системы течений. В целом биомасса фитопланктона в осенние месяцы поддерживалась на высоком уровне. Например, в сентябре, у побережья в районе м. Кыз-Аул она колебалась в разных точках от 145 до 938 мг/м³, а мористей, в отдельных точках, достигала 1257 мг/м³; в октябре у м. Кыз-Аул биомасса составляла всего 64 мг/м³, а в удаленной от берега глубоководной части 38 мг/м³. В районе м. Опук биомасса фитопланктона колебалась от 900 мг/м³ в сентябре до 600 мг/м³ в октябре. В районе п. Черноморское, на глубинах до 10 м, биомасса фитопланктона колебалась от 172 - 696 мг/м³ до 437-578 мг/м³ на глубинах свыше 20 м.

В октябре она, соответственно, снизилась 35 мг/м³ и 335 мг/м³. В районе м. Чауда на глубинах свыше 20 м биомасса фитопланктона колебалась от 293 до 512 мг/м³, тогда как у берега она достигала 1309 мг/м³ (рис. 2).

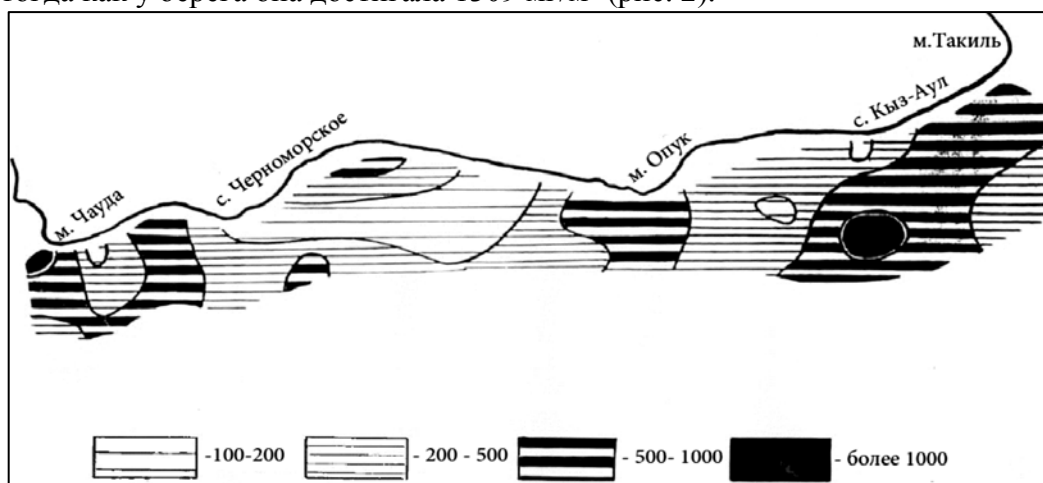


Рис. 2. Распределение биомассы фитопланктона (мг/м³) в Керченском предпроливье Чёрного моря

Средняя биомасса за период 2001 - 2013 гг. была достаточно высока и варьировала в пределах 281,9 - 1842,7 мг/м³. Содержание взвешенного органического вещества

(ВОВ) может достигать 20 мг/м^3 , что в 2-3 раза выше, чем в среднем по Черному морю, и еще раз демонстрирует высокую продуктивность вод и перспективность последнего в качестве полигона для товарного выращивания мидий.

Проанализирована токсикологическая и санитарно-бактериологическая (включая паразитологическое состояние моллюсков) характеристика мидий и морской воды в районах выращивания. Содержание и величина накопления в воде и донных отложениях, а также в мягких тканях мидий заметно варьировало в зависимости от сезонов года, но в целом, содержание токсикантов находится в пределах, характерных для Черного моря и не превышает их ПДК в мягких тканях мидий.

Санитарно-бактериологическое состояние морской воды и моллюсков является важнейшей характеристикой акватории. Многолетний анализ микробиологических проб воды и моллюсков проводимый в течение последних 30 лет указывает на удовлетворительное санитарное состояние исследуемых акваторий. В районах мидиевых плантаций патогенной микрофлоры (сальмонелл, шигелл, стафилококков, паразитических, альгинолитических, неагглютинирующих и холерных вибрионов) не обнаружено. При проведении паразитологических исследований не были обнаружены наиболее опасные для мидий паразиты - партениты трематод (*Proctoeces maculatus*) и микроспоридий (*Diphtheroastonom*). Обычно в мидиях встречаются комменсалы: инфузории (*Ancistrum*) и губки (*Cliona*), которые не оказывают патогенного влияния на жизнедеятельность моллюсков.

При выращивании в условиях экстенсивной марикультуры моллюсков, в том числе и мидий, проблема посадочного материала является ключевой. Основными поставщиками личинок на коллекторы, являются репродуктивные части местной популяции мидий. Важным параметром состояния популяции является ее ежегодное пополнение молодью [6]. В связи с этим представляло интерес изучить естественные популяции мидий в исследуемых районах. Исходя из результатов бентосных съемок, выполненных ЮгНИРО на протяжении последних 30 лет, были получены материалы по распределению и запасам (биомассе) мидий в Керченском проливе. В последние годы основные запасы мидий в этом районе заметно снизились, но тем не менее основные популяции мидии были сосредоточены у м. Белый, южной оконечности к. Чушка и на Церковной банке [3, 9, 13]. Общий запас мидий на обследованных банках по предварительным данным оценивается в 3,63 тыс. тонн на площади $2,38 \text{ км}^2$. Бентосные съемки, проведенные в предпроливной Чёрного моря, показали наличие достаточно крупных естественных популяций мидий естественных биотопов (рис. 3).

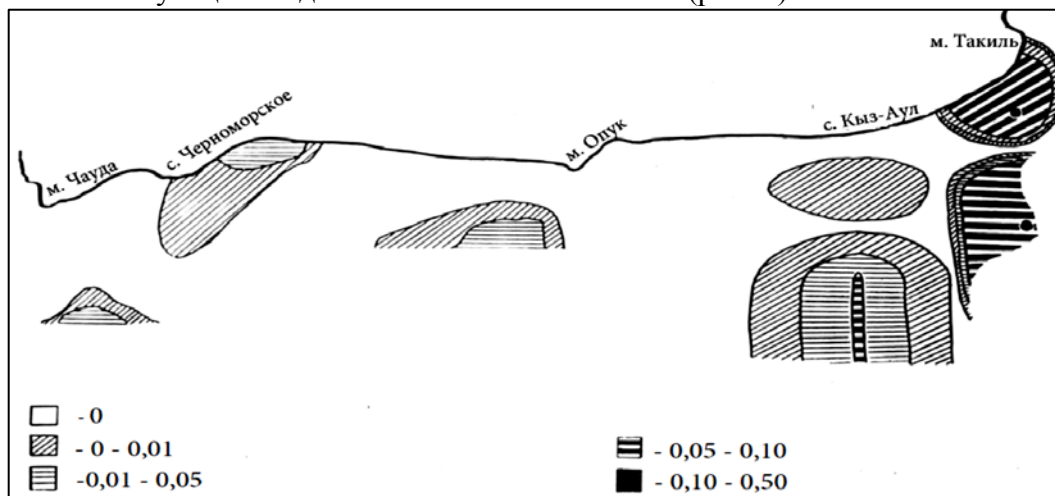


Рис. 3. Распределение биомассы мидий (кг/м^2) в Керченском предпроливье Чёрного моря

Таким образом, в исследуемом районе имеется значительное маточное стадо мидий, которое способно обеспечить посадочным материалом (спатом) промышленные мидийные плантации на любом участке шельфа от м. Кыз-Аул до м. Чауда. Об этом также свидетельствуют результаты биологического анализа проб моллюсков, отобранных нами из разных мест обитания (таблица 3).

Таблица 2

Размерно-весовые показатели мидий из разных биотопов Керченского предпроливья

Район	м. Кыз-Аул		м. Опук		с. Черноморское		м. Чауда	
	Min - max	X ± σx	Min - max	X ± σx	Min - max	X ± σx	Min - max	X ± σx
Длина раковины (мм)	33 – 83	59,1 ± 1,63	37-85	59,7±1,8	20 - 70	61,1±1,63	38-82	51,3±1,9
Общая масса (г)	3,1-55,5	19,3 ± 1,46	5,3-61	22,3±2,1	1,8 -39	22,3±1,76	4,3-55	13,5±1,1
Масса раковины (г)	1,7-26,2	11,1 ± 0,89	2,6-32	12,3±1,19	1,7-26	14,1±0,89	3,0-36	9,4±1,32
Масса мягких тканей (г)	0,31 - 6,5	5,5 ± 0,84	0,8-7,3	3,1 ± 0,24	0,6-6,1	3,1 ± 0,24	0,7-6	2,15±0,2

Известно, что все этапы процесса культивирования промысловых беспозвоночных связаны с разработкой и использованием различных инженерных сооружений и конструкций, необходимых для сбора молоди и её выращиванием до промысловых (товарных) размеров.

В связи с этим был проведен анализ морских гидробиотехнических сооружений (МГБТС), используемых для культивирования мидий. Морские сооружения должны быть надежными и без существенных поломок использоваться несколько циклов выращивания. Они должны легко изготавливаться на берегу и технологично устанавливаться в море (монтироваться под водой), а далее быть технологичными в обслуживании (особенно при съеме «урожая» моллюсков и повторной подготовке МГБТС для нового цикла выращивания) [3, 9, 10].

Условия северо-восточной части Черного моря, которые учитываются при выборе МГБТС следующие: достаточная обеспеченность личинками мидий и кормовой базой; имеются необходимые глубины от 8 до 25 м (большое плато, более 1,2 тыс. га между мысами Такиль и Опук); наличие постоянных течений (0,2-0,3 м/с); нет льда зимой; но имеют место сильные шторма, при наблюдаемых зимой ветрах 20-30 м/с. Район выращивания открыт для сильных ветров и поэтому штормоопасен.

Установленные в море МГБТС (на продолжительный срок) будут воспринимать значительные волновые нагрузки. Удобные бухты у берегов восточного побережья Крыма отсутствуют. Необходимо учитывать, что берега – обрывистые, подвержены разрушению и мало пригодны для базирования (постройки индивидуальных причалов) обслуживающих плавсредств.

В соответствии с этим культивирование моллюсков в этом районе рекомендуется проводить на достаточно надежных, штормоустойчивых морских сооружениях. Поэтому необходимо для этих акваторий определить наиболее подходящие конструкции

МГБТС, и выполнить соответствующие расчеты их штормоустойчивости, а затем провести на базе разрабатываемого НП «Центра...» соответствующие их испытания и доработку [9, 10]. Причем необходимо осуществить проверку всех циклов выращивания от первичной установки коллекторов до съема урожая и повторного использования МГБТС (на следующий цикл выращивания) и отработать все используемые технологические регламенты. После анализа испытаний можно рекомендовать надежные МГБТС (с минимальными рисками) для их промышленного, практического изготовления и использования в хозяйствах. С целью выбора, разработки и проведения испытаний были проанализированы все известные конструкции МГБТС.

Рекомендованы для использования следующие коллекторы-носители (рис. 4, 5):

- сооружения гребенчатые линейного типа (СГЛ), на глубинах от 8 до 12 м;
- коллектор-носитель пилообразный (КНП) и их различные модификации по размерам и типам субстратов (на глубинах от 15 до 25 м).

Технические характеристики и расчеты, подтверждают надежность конструкций коллекторов и носителей (КНП и СГЛ), с учетом возможных и экстремальных гидрометеорологических условий рассматриваемых акваторий.

Проведена работа по подбору необходимых конструкторских решений, связанных с формой и удельной поверхностью коллектора, для исключения массового опадания с них мидий. Показано, что относительная поверхность коллектора (отношение площади к длине – S/L) искусственного субстрата в значительной степени определяет, как плотность и скорость роста моллюсков на искусственных субстратах, так и скорость элиминации.

По существующим расчетам для ежегодных объемов выращивания порядка 200 тонн моллюсков МГБТС должны быть размещены на акватории в блочно-шахматном порядке.

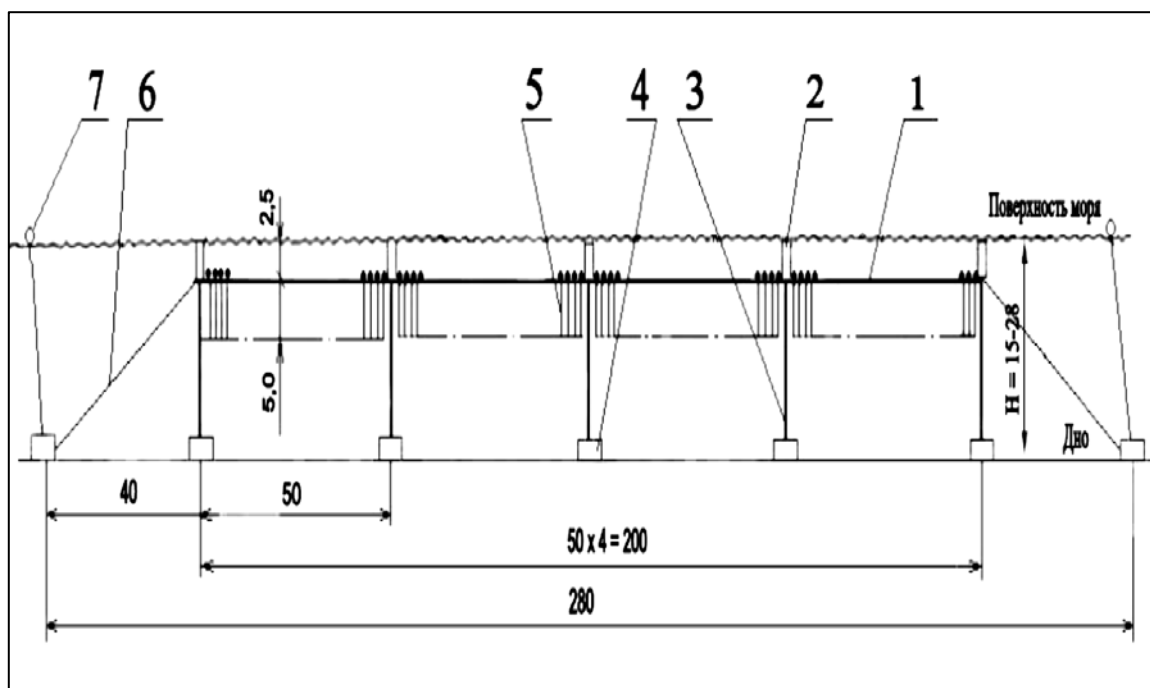


Рис. 4. Коллектор-носитель пилообразный (КНП):
 1 – хребтина несущая; 2 – груз; 3 – субстратная часть; 4 – поплавок;
 5 – буй указательный с буй-линем (размер в м)

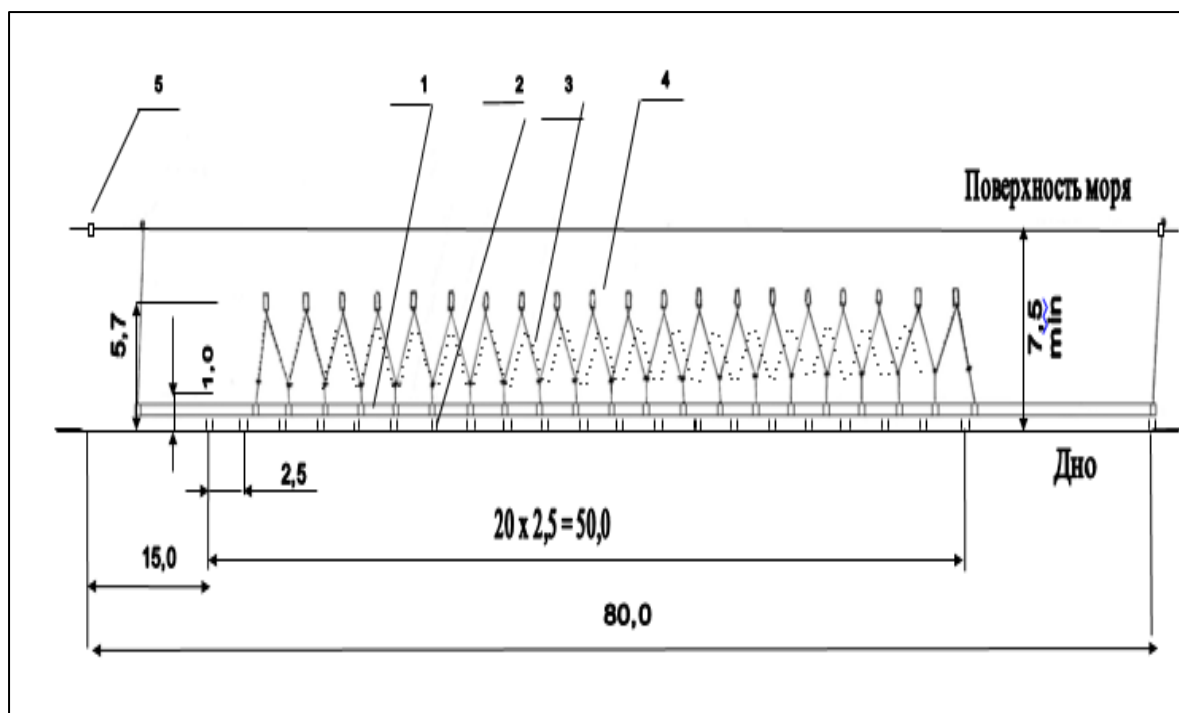


Рис. 5. Сооружение П-образное гребенчатого типа (СГЛ):

1 – хребтина несущая, с наплавами; 2 – буй карандашеобразный; 3 – оттуга; 4 – груз;
5 – коллектор; 6 – оттяжка; 7 – буй-линь указательный (размеры в м)

На основе проведенных исследований определены следующие бинормативы выращивания мидий:

- для непрерывных, коллекторов-носителей пилообразных (КНП), глубин 6 - 10 м (для условий аналогичных Керченскому проливу), не более – 0,8 т/га;
- для П-образных гибких сооружений (СГЛ), с глубинами 15 - 22 м, с циклом выращивания 1 год – 1,7 т/га, а с циклом выращивания более 1 года.

На II этапе работ, проводимых в 2017 г., основное внимание было уделено анализу закономерностям динамике численности моллюсков на различных типах коллекторов, поскольку их конструкции определяют конечную биомассу (урожай) моллюсков на различных морских гидробиотехнических сооружениях и на единице площади акватории. Анализ показал, что наиболее оптимальными типами искусственного субстрата (S/L) являются коллекторы с ω равной 0,21 и 0,34. Это дает возможность прогнозирования урожая моллюсков в зависимости от типа искусственного субстрата.

В результате выполненных исследований были определены приоритеты в выборе районов размещения мидийных плантаций вдоль черноморского побережья РФ. Проведены исследования по характеристике экологических условий выращивания мидий в северо-восточной части Черного моря. Для разработки научно-технического обоснования проекта создания морской фермы по культивированию мидий в северо-восточной части Черного моря рекомендована акватория в южной части Керченского пролива и предпроливной зоне Черного моря, прилегающая к Керченскому полуострову – от мыса Такиль до мыса Чауда.

Предложены две схемы индустриального размещения морских сооружений (КНП и СГЛ), для которых определены нормативы урожайности моллюсков.

Особое внимание уделяется удалению отходов при обработке коллекторов и и получения сырья из мидий. Для поддержания благоприятного санитарного состояния широко применяются различные способы очистки воды, емкостей и помещений: озонирование, хлорирование и ультрафиолетовое облучение. На участке можно осуществ-

лать ряд операций (мойку, очистку, сортировку, укладку в ящики, отстой в бассейнах, взвешивание) для реализации, как живые мидии, но и переработанные моллюски и получения вареного мяса (без биссуса) и мидийного бульона. Соответственно, приведены технологические схема их производства.

Предусмотрено проектирования и постройка специализированного судна для обслуживания морских гидробиотехнических сооружений (МГБТС) разработано техническое задание (ТЗ) и общий вид судна - катамарана [9]. Основу плавучести катамарана выполняют, изготовленные на заводе стеклопластиковые понтоны. Они крепятся к палубной объемной раме с помощью гайко-шпилечных резьбовых соединений. На катамаране размещают оборудование для производства всех необходимых морских работ. Передвижение судна по воде осуществляется с помощью подвесного лодочного двигателя. Оснащение, снаряжение и безопасность мореплавания судна обеспечивается в соответствии требованиям, разработанного ТЗ и существующих нормативных документов (перечислены в ТЗ). Согласно технологии обслуживания МГБТС с помощью специализированного судна должны проводиться следующие работы:

- установка в море на дно тяжелых бетонных грузов (до 6 т на воздухе) в точках с определёнными координатами;
- установка несущих хребтин (длиной до 200 м) с помощью оттяжек и грузов;
- фиксация и перемещение вдоль несущей хребтины при навеске на нее мидийных коллекторов (без водолазов) и поплавков (плавучестью до 200 кгс);
- отсоединение от несущей хребтины (без водолазов) и подъем (из воды) мидийных коллекторов с урожаем (каждый, длиной – до 6 м и массой, до 150 кг) и гирлянды устричных садков с устрицами (4 садка в одной гирлянде, длиной – 5 м и суммарной массой, до 200 кг);
- мойка забортной водой, размещение на палубе и транспортировка (под навесом, в специальных перемещаемых коробах – ящиках) одновременно - коллекторов (не менее 20 шт.) и садков (48 шт.) –массой, не менее – 4,5 т (без учета массы работников - до 8 чел., - судового палубного оборудования, не менее 300 кг и - снаряжения, не менее – 150 кг, суммарно с учетом перечисленного, не менее 6 т). Использование специализированного судна в морском хозяйстве, в соответствии с рекомендуемой специалистами технологией использования, должно обеспечить ежегодные объемы выращивания – 100 т мидий.

При проведении работ по промышленному выращиванию мидий у пользователей возникает ряд проблем при обустройстве причалов для базирования судов. Причалы и причальные сооружения приходится создавать для условий открытого берега, при отсутствии так называемых «закрытых» бухт. Поэтому рекомендуется создание закрытых коллективных портов с локальным размещением сразу нескольких хозяйств («Центра...») предлагаются схемы (варианты) создания причальных индивидуальных сооружений.

К факторам, несколько осложняющим крупномасштабное выращивание мидии, можно отнести динамический солевой режим, а также в отдельные годы образование в проливе льда. Однако эти недостатки в значительной степени компенсируются высокой кормовой базой - содержанием взвешенного и растворенного органического вещества в проливе и предпроливной зоне, о чем свидетельствует высокие темпы роста и скоростью продуцирования биомассы популяций моллюсков на коллекторах.

Таким образом, приведенные выше данные позволяют считать южную часть Керченского пролива и предпроливье вполне возможным районом для крупномасштабного выращивания мидий. Для этого пригодна весьма обширная акватория, начиная от южной части Керченского пролива до м. Чауда и предпроливную часть Чёрного моря до Феодосийского залива.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Возрождение рыбохозяйственной отрасли Крыма. Основные направления и задачи научно-технического обеспечения / Губанов Е.П. Масюткин Е.П. Панов Б.Н. и др. Рыбн. хоз-во. Керчь, 2014. № 2. С. 15-18.
2. Иванов В.Н. Марикультура мидий на Черном море. Севастополь: НПЦ «ЭКОСИ - Гидрофизика», 2007. 314 с.
3. Эффективные методы выращивания мидий на различных типах гидробиотехнических сооружений / Золотницкий А.П. Крючков В.Г. и др. Отчет о НИР. Тема 6. № Гос. Рег. 0103U004752. Керчь: ЮгНИРО, 2003. 41 с.
4. Агапов С.А. Дудкин С.И. Современное состояние водных биоресурсов Азово-Черноморского бассейна и проблемы их рационального использования. Мат. междунауч. конф. посвященной 100-летию со дня рождения Г.В. Никольского. 20-23 сентября 2010 года в г. Ростове-на-Дону. Ростов-на-Дону: ФГУП «АзНИРХ», 2010. 358 с.
5. Воробьев В.П. Мидии Черного моря. Тр. АзЧерНИРО, 1938. Вып. 11. С. 3-25.
6. Золотницкий А.П. Биологические основы культивирования моллюсков в различных районах Чёрного моря: дис. докт. биол. наук: 03.00.17. К.: Институт Гидробиологии, 2004. 408 с.
7. Золотницкий А.П. Крючков В.Г. О возможных экологических последствиях крупномасштабного культивирования мидий в шельфовой зоне Черного моря. Междунауч. конф. «Современные проблемы экологии Азово-Черноморского бассейна». Керчь: ЮгНИРО, 2006. С. 30-35.
8. Иванов А.И. Некоторые итоги и задачи разработки биотехнологии выращивания мидий в Черном море. В сб.: Моллюски: результаты и перспективы их исследований. Л.: Наука, 1986. С. 465-466.
9. Крючков В. Г. Создание хозяйств марикультуры в прибрежных акваториях Чёрного моря. Основные результаты комплексных исследований в Азово-черноморском бассейне и Мировом океане, 2011. Т. 49. С. 72-77.
10. Крючков В.Г. Себестоимость выращивания мидий в современных условиях. Рыбн. хоз-во Украины, 2011. № 5. С. 62-66.
11. Панов Б.Н. Океанографические предпосылки размещения аквахозяйств в Черном море. Тр. ВНИРО "Рыбохозяйственные исследования в Азово-Черноморском бассейне". М.: ВНИРО, 1987. С. 4-12.
12. Скарлато О.А. Старобогатов Я.И. Класс двустворчатые моллюски – *Bivalvia*. Определитель фауны Черного и Азовского морей. К.: Наука, 1972. Т. 3. С. 178-249.
13. Троценко Б. Г. Солодовников А.А. Проблемы и перспективы развития аквакультуры в Крыму. Рыбн. хоз-во Украины, 2006. № 5/6. С. 41-46.
14. Шурова Н.М. Структурно-функциональная организация популяции мидий *Mytilus galloprovincialis* Черного моря: дис. докт. биол. наук: 03.00.17. Севастополь, 2009. 379 с.

BIOECOLOGICAL SUBSTANTIATION AND DEVELOPMENT OF THE MARINE FARM CREATION PROJECT FOR CULTIVATION OF MUSSELS IN THE NORTH-EASTERN PART OF THE BLACK SEA

¹Zolotnitsky Alexander Petrovich, Doctor of Biological Sciences, Professor

¹Sytnik Natalia Alexandrovna, Ph.D., Associate Professor of the Department "Aquatic Bioresources and Mariculture"

²Kryuchkov Victor Georgievich., sector head

¹Federal State Budget Educational Institution of Higher Education "Kerch State Maritime Technological University", Kerch, Russian Federation; e-mail: zap6@mail.ru, amtek-kerch@mail.ru

²Federal State Budget Scientific Institution "Azov Scientific Research Institute of Fisheries", e-mail: kvg121047@mail.ru

The paper presents data on bioecology and biotechnology of cultivation of the Black Sea mussel. The most suitable water areas in the Black Sea have been explored for the creation of a mariculture of mussels. The density, biomass, and size and weight characteristics of natural populations of mussels were studied. Schemes of industrial placement of offshore structures in the considered water areas are proposed, taking into account possible and extreme hydrometeorological conditions.

УДК 608.2

ДИНАМИКА ПРОЦЕССА АВТОФЛОКУЛЯЦИИ КЛЕТОК МИКРОВОДОРОСЛЕЙ *CHLORELLA SOROKINIANA* В АКВАКУЛЬТУРЕ

Кузнецова Татьяна Алексеевна, доцент, канд. биол. наук
Базарнова Юлия Генриховна, профессор, д-р техн. наук, профессор
Боргоякова Анастасия Сергеевна, магистр

ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого», Санкт-Петербург, Россия, e-mail: kuznetsova.ta1@spbstu.ru, jbazarnova@spbstu.ru, a_borgoyakova@mail.ru

*Культивирование микроводорослей *Chlorella sorokiniana* для получения продуктов с высокой добавленной стоимостью является перспективным направлением аквакультуры ввиду высокой скорости роста биомассы. До сих пор не найдено дешевого и эффективного способа концентрирования биомассы, позволяющего снизить общую себестоимость продуктов из *C. sorokiniana*. Цель работы – исследование процесса автофлуклюляции микроводорослей *C. Sorokiniana* и влияния рН и концентрации клеток в суспензии на динамику и эффективность процесса. Установлено, что эффективность автофлуклюляции при рН 11 составляет 95,4 %. Увеличение рН более 11 приводит к частичной гибели клеток популяции. Показано, что продолжительность седиментации флуклюлятов зависит от фазы роста популяции и увеличивается в фазе интенсивного роста*

Введение

Культивирование микроводорослей *Chlorella sorokiniana* для получения продуктов с высокой добавленной стоимостью является перспективным направлением аквакультуры ввиду высокой скорости роста биомассы [1] [2], содержащей значительное количество ценных компонентов [3], а также низких затрат на культивирование [4].

Биомасса микроводорослей *C. sorokiniana* является перспективным сырьевым источником для производства кормов, а также получения эссенциальных липидов, пигментов, белков, растительных волокон [5].

Незначительная масса клеток водорослей *C. sorokiniana* и отрицательный заряд на их поверхности создает проблемы концентрирования биомассы и ее отделения от культуральной среды [6].

Сбор биомассы микроводорослей в аквакультуре чаще всего проводят методом центрифугирования, который является весьма энергозатратным, что увеличивает общую себестоимость продуктов из микроводорослей на 30% [7].

Таким образом, разработка эффективного способа концентрирования биомассы является весьма актуальным для снижения затрат и более успешной коммерциализации продуктов переработки микроводорослей.

Флокуляция рассматривается как перспективный способ концентрирования биомассы микроводорослей, позволяющий заметно сократить затраты. Увеличение размера частиц путем образования флокков позволяет увеличить скорость осаждения биомассы за счет гравитационных сил (рис. 1) [8].

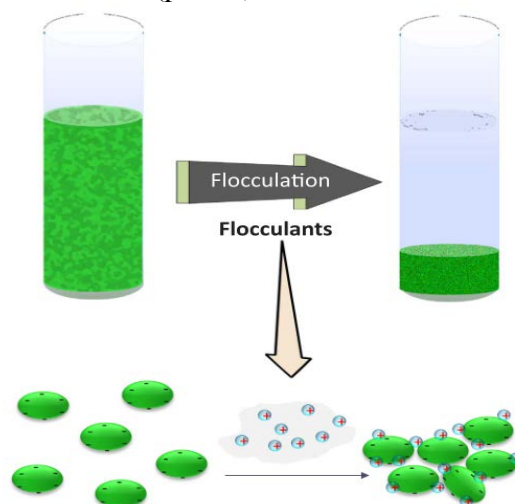


Рис. 1. Схема флокуляции отрицательно заряженных клеток одноклеточных водорослей при нейтрализации их заряда с помощью катионных флокулянтов [9]

На сегодняшний день изучено несколько методов флокуляции одноклеточных водорослей, в том числе, химические, физические, биологические методы, автофлокуляция и флокуляция, вызванная генетической модификацией [8]. Известен опыт использования коагулянтов, таких как, сульфат магния, хлорид железа [10], алюминиевые квасцы [9], а также флокулянтов – хитозана, полиакриламида [11].

Стоит отметить ряд недостатков использования химических коагулянтов и флокулянтов. В их числе загрязнение биомассы катионами металлов, оказывающее негативное влияние на обменные процессы в клетках, отсутствие возможности рециклинга питательных сред, а также риск попадания токсичных примесей в питательную среду. В качестве флокулянтов предпочтительны природные биополимеры, однако, в этом случае определяющими факторами являются кислотность среды и присутствие посторонних электролитов, оказывающих влияние на целостность клеток. Избыточная кислотность растворов хитозана, используемого в технологиях очистки сточных вод от нефтяных и других органических загрязнений, приводит к стрессу клеток и деградации ценных фитохимических веществ [8].

Биофлокуляция является альтернативным способом концентрирования биомассы микроводорослей за счет сочетанного использования симбиотических микроорганизмов или полярных по заряду микроводорослей, который пока не изучен полностью и требует дополнительных затрат на культивирование микроорганизмов-флокулянтов [7][12].

Одним из новых способов концентрирования биомассы является электрофлокуляция, которая не предполагает использования дополнительных флокулянтов, поэтому может быть перспективной [13].

Известно, что в биомассе микроводорослей при повышении рН выше 9 может спонтанно возникать автофлокуляция [14], что связано с образованием осадка гидроксидов кальция или магния, частицы которых обладают поверхностным зарядом и могут выполнять роль коагулянтов [8].

Цель настоящей работы – исследование процесса автофлокуляции микроводорослей *C. Sorokiniana* и влияния рН и концентрации клеток в суспензии на динамику и эффективность процесса.

Методы и материалы

В качестве пре-культуры *C. sorokiniana* использовали штамм 211-8k из коллекции водорослей университета Гёттингена (Германия), которую культивировали в лабораторных условиях [2] в пилотном фотобиореакторе.

Для освещения клеточной суспензии использовали светодиодные светильники, со световым потоком 700 лм, коррелированной цветовой температурой (К) 2900÷3200 (теплый дневной свет). Температура культивирования составляла (23 ± 1) °С; интенсивность аэрации смеси – 1,5 л/мин. Культуральную среду, сбалансированную по содержанию макро- и микроэлементов, готовили в соответствии с рекомендациями авторов [15]. Продолжительность культивирования до достижения максимальной концентрации клеток в суспензии в лабораторных условиях составляла 9-10 сут.

Для изучения процесса автофлокуляции суспензию помещали в стеклянные цилиндры объемом 100 мл, в каждом из которых варьировали рН в диапазоне от 7 до 12 путем внесения 0,1 н растворов NaOH или HCl при постоянном перемешивании. Контроль рН осуществляли на приборе Mini PH Meter (АКВА-ЛАБ, Россия).

Эффективность флокуляции определяли по оптической плотности клеточной суспензии при длине волны 750 нм на спектрофотометре UVmini-1240 (SHIMADZU), по отношению к раствору культуральной среды.

Эффективность флокуляции ЭФ, % рассчитывали по формуле:

$$\text{ЭФ}(\%) = \frac{OD_{750(t_0)} - OD_{750(t)}}{OD_{750(t_0)}} \cdot 100, \quad (1)$$

где:

$OD_{750}(\tau_0)$ – оптическая плотность суспензии в момент времени τ_0

$OD_{750}(\tau)$ – оптическая плотность осветленного слоя суспензии в момент времени τ ($\tau > \tau_0$).

Микроскопирование прижизненных препаратов суспензии микроводорослей, окрашенных метиленовым синим для выявления мертвых клеток, проводили с помощью микроскопа МИКМЕД-6 с системой визуализации (АО «ЛОМО», Санкт-Петербург). Для обработки микрофотографий использовали программу Микроанализ ФОТО (АО «ЛОМО», Санкт-Петербург) и LevenGuk (производитель «Levenhuk LabZZ»)

Результаты и обсуждение

Кривая роста биомассы *C. sorokiniana* описывается S-образной кривой (рис. 2), на которой можно выделить участки, соответствующие лаг-фазе, фазе экспоненциального роста и стационарной фазе (фазе истощения).

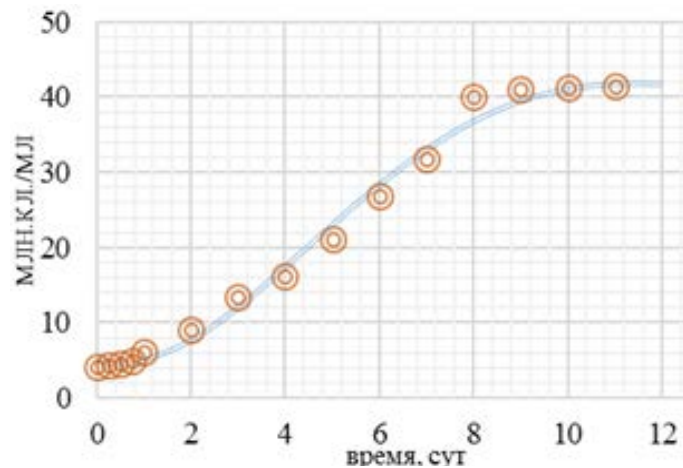


Рис. 2. Кривая роста биомассы микроводорослей *C. Sorokiniana*

Максимальная концентрация клеток биомассы 41×10^6 клеток/мл достигалась на 9 сут культивирования, удельная скорость линейной фазы роста биомассы составляла $\mu = 0,26 \text{ сут}^{-1}$.

Нарастание щелочности в процессе культивирования микроводорослей происходит за счет истощения культуральной среды, что является вполне естественным (рис. 3). Увеличение значения pH связано с потреблением клетками анионов солей питательной среды [16].

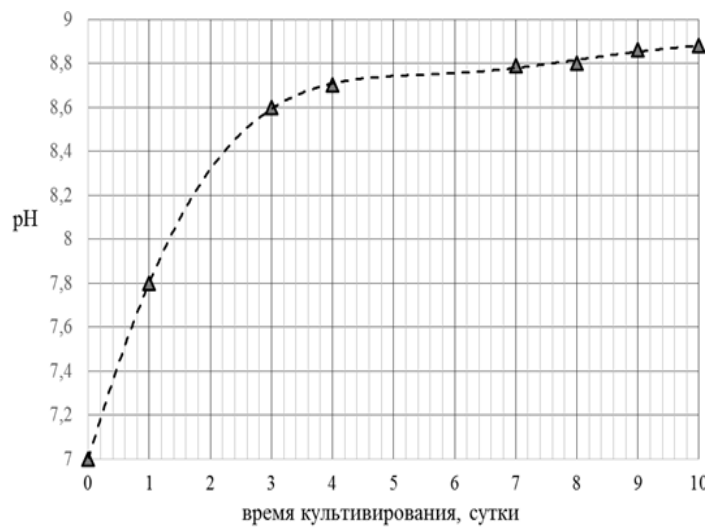


Рис. 3. Динамика pH в процессе культивирования *C. sorokiniana*

По мере истощения среды, примерно на 6-7 сут, когда pH достигает значений около 8-9, происходит автофлокуляция, эффект которой несколько снижен за счет аэрации суспензии. В процессе культивирования pH может достигать 11 [17], однако оптимальное для синтеза биомассы значение pH согласно литературным данным находится в пределах 6-8 [16].

Увеличение pH приводит к осаждению ионов Mg^{+2} и Ca^{+2} из культуральной среды в виде гидроксидов на поверхности клеток, что нейтрализует поверхностный заряд последних [18].

Рис. 4 иллюстрирует влияние pH на процесс автофлокуляции микроводорослей и эффективность процесса автофлокуляции. Установлено, что в интервале pH от 7 до 10 происходит скрытая флокуляция, соответствующая стадии, при которой каких-либо внешних изменений не наблюдается. В области pH 11 наблюдается порог перехода от

скрытой к явной флокуляции, который соответствует концентрации электролитов, снижающих ξ -потенциал поверхности клеток до критической величины. Дальнейшее увеличение концентрации электролитов выше порога коагуляции приводит к резкому повышению скорости флокуляции клеток, что в нашем случае соответствует рН 12.

Интенсивность автофлокуляции зависит от нескольких факторов, в том числе, от концентрации клеток в суспензии: при небольшой концентрации клеток (до 10 млн./мл) автофлокуляция проходит менее интенсивно, что связано с большим расстоянием между клетками. Установлено, что процесс автофлокуляции популяции *C. sorokiniana* в фазе истощения происходит интенсивнее и заканчивается в течение 30 мин, в то время как в фазе интенсивного роста этот процесс протекает от 1,5 до 3,0 ч.

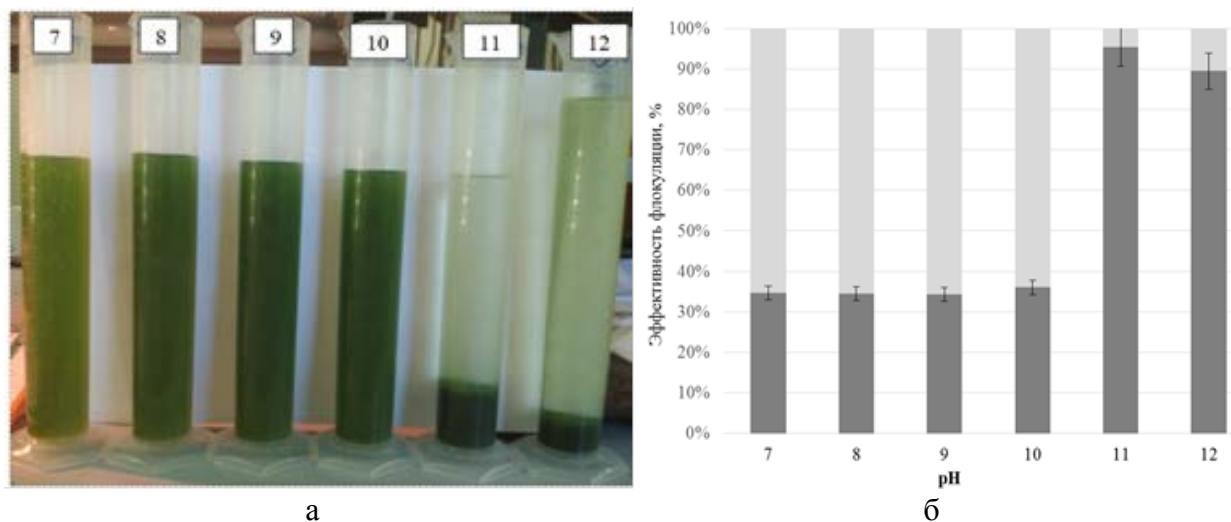
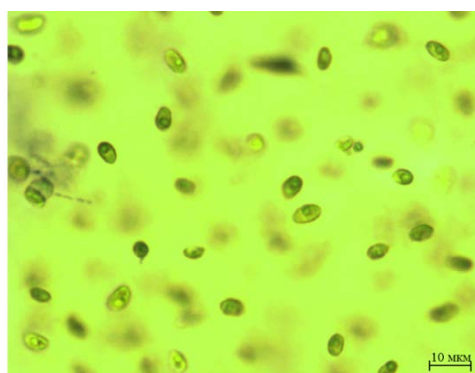


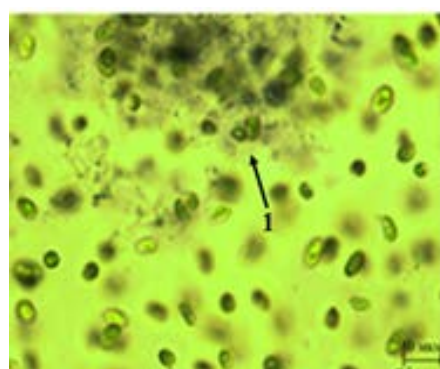
Рис.4. (а и б)

- а) Влияние рН на процесс автофлокуляции микроводорослей *C. sorokiniana* (цифры на фотографии соответствуют значению рН);
 б) Влияние рН на эффективность автофлокуляции

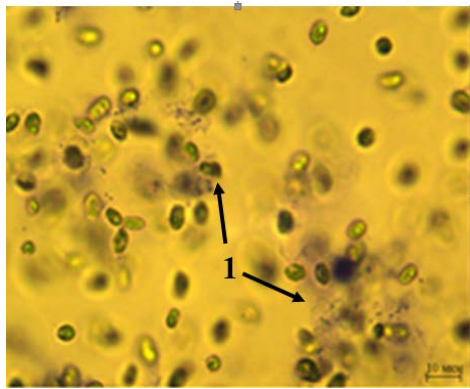
При достижении рН 12 снижение эффективности автофлокуляции от 96 до 90 % связано с началом гибели клеток, вызванной нарушением целостности клеточной оболочки и выходом окрашенных компонентов клетки в раствор, что подтверждают результаты микрофотографирования прижизненных препаратов (рис. 5).



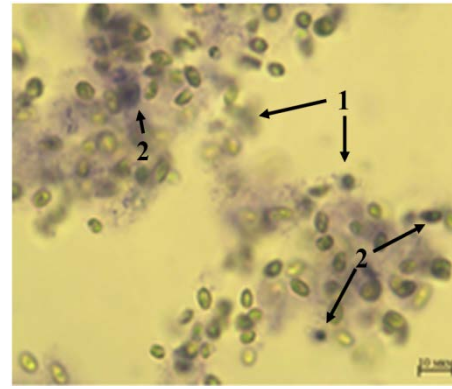
рН 7-9



рН 10



рН 11



рН 12

Рис. 5. Микроскопическая картина прижизненных препаратов *C. sorokiniana* при разных значениях рН суспензии (1 – флоксы, 2 – мертвые клетки, окраска метиленовым синим)

Микроскопирование биомассы микроводоросли позволило выявить образование единичных флоксов при рН 10 (рис. 5). Количество флоксов и их размер увеличивается при достижении рН 11. Дальнейшее увеличение щелочности (рН 12) приводит к уплотнению флоксов, однако сопровождается появлением мертвых клеток.

Исследования проводились в рамках реализации федеральной целевой программы «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014 - 2020 годы» по теме проекта: «Разработка и внедрение инновационных биотехнологий переработки микроводорослей *Chlorella sorokiniana* и ряски *Lemna minor*» (Соглашение № 14.587.21.0038). Уникальный идентификатор проекта RFMEFI58717X0038.

Заключение

Автофлокуляция является эффективным способом концентрирования биомассы *C. Sorokiniana*. Показано, что эффективность процесса флокуляции при рН 11 составляет 95,4%. Установлено, что минимальная продолжительность седиментации флокулятов при рН 11 соответствует фазе стабилизации роста, когда концентрация клеток достигает максимума (41×10^6 клеток/мл). Увеличение рН до 12 приводит к гибели культуры, вследствие разрушения клеточной оболочки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Franco M.C. Batch cultivation of microalgae in the Labfors 5 Lux Photobioreactor with LED Flat Panel Option. // Электрон. дан. Режим доступа URL: [http://www.inforsht.com/images/downloads/application_notes_photosynthesis_biofuel/Batch_cultivation_of_microalga_in_the_Labfors_5_Lux_photobioreactor_\(en\).pdf](http://www.inforsht.com/images/downloads/application_notes_photosynthesis_biofuel/Batch_cultivation_of_microalga_in_the_Labfors_5_Lux_photobioreactor_(en).pdf)
2. Politaeva N., Kuznetsova T, et al Impact of various physical exposures on *Chlorella Sorokiniana* microalgae cultivation // International Journal of Applied Engineering Research. 2017. Volume 12. Number 21. pp. 11488-11492.
3. Дворецкий Д.С., Дворецкий С.И. и др. Технология получения липидов из микроводорослей: монография. Тамбов: Изд-во ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2015. 103 с.
4. Yanan Xu, Paul Hellier, et al Algal biomass and diesel emulsions: An alternative approach for utilizing // Applied Energy. 2016. №172. Pp. 80–95.
5. Kari Skja, Lindblad Peter, et al BioCO₂ – A multidisciplinary, biological approach using solar energy to capture CO₂ while producing H₂ and high value products // Biomolecular Engineering. 2007. №24. Pp. 405–413

6. Amrit Lal, Debabrata Das Biomass production and identification of suitable harvesting technique for *Chlorella* sp. MJ 11/11 and *Synechocystis* PCC 6803 // *Biotech*. 2016. №6. P. 41
7. Sina Salim, Rouke Bosma, et al Harvesting of microalgae by bio-flocculation // *J Appl Phycol*. 2011. № 23. Pp. 849–855.
8. Vandamme D. Flocculation based harvesting processes for microalgae biomass production Dissertation presented in partial fulfillment of the requirements for the degree of Doctor in Bioscience Engineering. May 2013. Arenberg Doctoral School. P. 123.
9. Rastogia R. P., Pandey A., et al Algal Green Energy – R & D and technological perspectives for biodiesel production // *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. Article in *Renewable and Sustainable Energy Reviews* November 2017. P. 24.
10. Wyatt N. B., Gloe L. M., et al Critical Conditions for High Efficiency Flocculation of Freshwater Algae with Ferric Chloride // *Biotechnology and Bioengineering*, 2011. Режим доступа: <https://www.osti.gov/servlets/purl/1106656>
11. Pradana Y. S., Kusumastutia Y., et al Chitosan Flocculation-sedimentation for Harvesting Selected Microalgae Species Grown in Monoculture and Mixed Cultures // *Chemical engineering transactions*. 2017. VOL. 56. pp. 1549-1554.
12. Watanabe K., Imase M., et al Composition of the sheath produced by the green alga *Chlorella sorokiniana* // *Journal compilation. The Society for Applied Microbiology, Letters in Applied Microbiology*. 2006. №42. pp. 538–543.
13. Matos K. T., Santos M., et al Microalgae biomass harvesting by electrocoagulation // *Energy for Sustainability 2013 Sustainable Cities: Designing for People and the Planet Coimbra*. 8 to 10 September 2013. P. 6.
14. Spilling K., Seppälä J., and Tamminen T. Inducing autoflocculation in the diatom *Phaeodactylum tricornutum* through CO₂ regulation. *Journal of Applied Phycology*. 2011. 23(6). Pp. 959–966.
15. Crofcheck C., Shea A., et al Influence of media composition on the growth rate of *Chlorella vulgaris* and *Scenedesmus acutus* utilized for CO₂ mitigation // *J Biochem Tech*. 2012. 4(2). Pp. 589-594.
16. Yao L., Shi J., et al Mixed Wastewater Coupled with CO₂ for Microalgae Culturing and Nutrient Removal. // *PLOS ONE*. September 29 2015. Pp. 1-16.
17. Andrade C. J., Andrade L. M. An overview on the application of genus *Chlorella* in biotechnological processes // *Journal of Advanced Research in Biotechnology*. 2017. Режим доступа: www.symbiosisonlinepublishing.com.
18. Morales V., Ramírez R., et al Flocculation of Microalgae via pH Change in a Turbulent Medium and Subsequent Filtration // *Int. J. Environ. Res*. 2016. 10(4). Pp. 593-600.

DYNAMICS OF THE PROCESS OF AUTOFLOKATION OF THE CELLS OF THE MICROALGAE CHLORELLA SOROKINIANA IN AQUACULTURE

Kuznetsova Tatyana Alekseevna, Ph.D.
Bazarnova Yulia Genrikhovna, Professor, Doctor of Technical Sciences
Borgoyakova Anastasia Sergeevn, Magister

Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, St. Petersburg, Russia,
e-mail: kuznetsova.ta1@spbstu.ru, jbazarnova@spbstu.ru, a_borgoyakova@mail.ru

ИЗМЕНЕНИЕ АНТИОКСИДТЕЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ У ПЕРВОГО ПОКОЛЕНИЯ СУДАКА ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ В УЗВ ООО ТПК «БАЛТПТИЦЕПРОМ»

Курапова Татьяна Михайловна, доцент, канд. биол. наук
Гончаренок Ольга Евгеньевна, доцент, канд. биол. наук

ФГБОУ ВО «КГТУ», Калининград, Россия, e-mail: tkurapova@inbox.ru,
olga111@yandex.ru

Целью данных исследований было изучение антиокислительной активности в некоторых органах и тканях у сеголетков, годовиков и двухлетков судака первого поколения, выращиваемого в УЗВ. Установлено, что ведущую роль в антиокислительной защите играет печень

Введение

Свободные радикалы, реакционноспособные кислородсодержащие частицы и антиокислители продолжают привлекать повышенное внимание. Качество потребляемой пищи и резкие изменения абиотических факторов вызывают отклонения физиологического состояния организма и приводят к столь же резким изменениям энергетического обмена в клетках. При этом происходит нарушение баланса между генерацией свободных, радикалов и активностью антиокислительной системы, что приводит к интенсификации свободнорадикальных процессов. В результате интенсивной генерации свободных радикалов в клетках происходит повреждение биомолекул (белков, нуклеиновых кислот, липидов), что приводит к деструкции клеточных структур и, даже, к гибели организма [1].

Действие свободных радикалов изменяет физико-химические свойства мембран, увеличивая ее проницаемость, кроме того, окисление белковых компонентов способствует наработке метгемоглобина. Это сопровождается снижением резистентности эритроцитов к повреждающим агентам и свободным радикалам [2].

Отрицательному действию свободнорадикальных процессов противостоит антиокислительная система, состоящая из водорастворимых и жирорастворимых антиокислителей и ферментов антиокислительной защиты [3].

Чтобы противостоять окислительному клеточному стрессу у человека и животных существует несколько линий защиты. Первую «линию обороны» держит своя собственная антиокислительная система организма, представленная ферментами: супероксиддисмутазой, каталазой, глутатионпероксидазой.

Вторая «линия защиты» клеточных мембран от СР представлена природными антиокислителями: витаминами Е, С, β-каротином и другими соединениями, которые потребляются с пищей или кормом.

Активность и структура антиокислительной системы в различных органах животных зависит от выполняемых ими физиологических функций, интенсивности в них энергетического обмена и других особенностей метаболизма. Позвоночные животные, как правило, пойкилотермны и эволюционно адаптированы к резким изменениям факторов окружающей среды, по сравнению с гидробионтами, которые в большинстве своем гомойкотермны. Кроме того, пойкилотермные организмы характеризуются более низким уровнем поглощения кислорода по сравнению с гомойкотермными, в клетках

тканей пойкилотермных животных имеется достаточно более сильная антиокислительная система защиты от свободнорадикальных процессов [4].

На активность работы антиокислительной системы влияет множество факторов: - вид, пол, возраст, физиологическое состояние, абиотические и биотические факторы окружающей среды

Некоторые авторы обнаружили повышение ряда параметров АОО в периферической крови при старении [5]. Воздействие антиоксидантов приводит к изменению физико-химических свойств мембран с увеличением ненасыщенности и текучести липидов, а также влияют на активность мембранных рецепторов и около мембранных энзимов.

Материал и методика

Материал для исследований был собран в ходе научно исследовательских работ в течение трех лет с 2007 по 2009 г. Объектами служили сеголетки, годовики и двухлетки (производители в начале преднерестового периода) судака, выращиваемые в бассейнах ООО ТПК «Балтптицепром».

Выращивание судака в искусственных условиях на ООО ТПК «Балтптицепром» было начато в 2007 году. Посадочным материалом послужили мальки судака, выращенные в лаборатории кафедры Аквакультуры ФГБОУ ВО «КГТУ» от икры и имевшие среднюю навеску 1 грамм. Икра судака была получена от естественных популяций рыб Куршского залива в инкубационном цехе рыбколхоза «им.Матросова». Нерест производителей проводили в садках, установленных на понтонах в реке Немонин. В качестве нерестового субстрата использовали рамки обтянутые мочалом.

На стадии врастающегося эмбриона рамку с икрой перевезли в лабораторию кафедры аквакультуры где провели доинкубацию, выдерживание предличинок, подращивание личинок и выращивание их до жизнестойкой стадии (Ссылка на статью).

Затем молодь, достигшую навески 1 г перевезли в бассейны УЗВ на ООО ТПК «Балтптицепром». Рыба выращивалась в бассейнах УЗВ размером 2 x 2 м, плотность посадки изменялась в зависимости от возраста.

Для исследований в конце октября – начале ноября отбирали по 15 клинически здоровых рыб близких по размеру, затем рыбу транспортировали в лабораторию кафедры Аквакультуры, где проводили исследования. Вначале проводили определение массы тела и длины, затем рыбу вскрывали, извлекали внутренние органы (печень, почку и селезенку) и взвешивали их. После проведения морфофизиологических исследований из внутренних органов готовили гомогенат по стандартной методике. В термостатируемую кювету (37°C) последовательно добавляют 1мл 0,25М фосфатного буфера рН 7,4, 0,3 мл 0,8 мМоль раствора 2,6-ДХФИФ, 0,3 мл 3,2 мМоль раствора закисного сернокислого железа и быстро перемешивают. Сразу после перемешивания приливают 20 мкл исследуемого вещества и через каждые 30 секунд (по секундомеру) на протяжении 5 минут измеряют оптическую плотность при 600 нм. Стандартную скорость окисления раствора 2,6-ДХФИФ определяют, используя вместо исследуемого вещества такой же объем дистиллированной воды. По результатам наблюдения определяют константы окисления 2,6-ДХФИФ в контрольной пробе (Кк.) и в опытной (Коп.).

Рассчитывают коэффициент ингибирования (Ки.) экстрактом ткани окисления 2,6-ДХФИФ, являющуюся показателем ее антиокислительной активности, по формуле 1:

$$Ки = \frac{Кк - Коп}{с}, \quad (1)$$

где, Ки – антиокислительная активность, л*мл⁻¹*мин⁻¹,

Кк – константа скорости окисления, 2,6-ДХФИФ в контрольной пробе,

$K_{оп}$ - константа скорости окисления, 2,6-ДХФИФ в опытной пробе,
 C – концентрация исследуемого вещества в среде, мл/л

По окончании работ проводили статистическую обработку при применении стандартных методик, достоверность различий определяли по критерию Стьюдента.

Результаты исследований

В ходе анализа полученных результатов у сеголетков судака, выращенных в бассейнах УЗВ, отмечали, что наибольшие значения показателя антиокислительной активности отмечали в печени - $2,40 \text{ л*мл}^{-1}\text{*мин}^{-1}$. Полученные результаты подтверждаются литературными данными, согласно которым в клетках печени синтезируется ферментативными системами один из самых мощных антиоксидантов - глутатион, что и приводит к наибольшим значениям показателя антиокислительной активности (АОА) в этом органе.

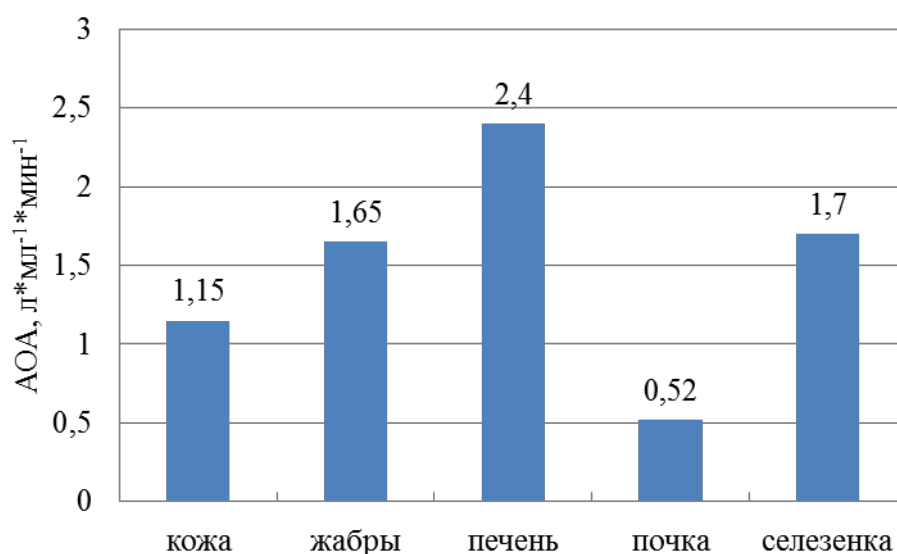


Рис.1. Величина показателя антиокислительной активности во внутренних органах сеголетков судака, выращенных в бассейнах УЗВ

В почке сеголетков судака были отмечены наименьшие значения АОА, которые в среднем составляли $0,52 \text{ л*мл}^{-1}\text{*мин}^{-1}$, что статистически достоверно ниже чем в печени. Сощластно литературным данным почки играют важную роль в поддержании гомеостаза организма и обеспечении его адаптации к условиям внешней среды и состоят из коркового и мозгового вещества. Если основной функцией коркового вещества является первичная фильтрация мочи, то функция мозгового слоя – выведение и распределение продуктов фильтрации. В литературных источниках, имеются данные о распределении между корковым и мозговым слоями почек низкомолекулярных антиоксидантов витаминов А и Е [7].

В селезенке сеголетков судака отмечали, что среднее значение показателя АОА было $1,70 \text{ л*мл}^{-1}\text{*мин}^{-1}$, однако различия между полученными значениями в печени и почках были в пределах статистически недостоверных различий. Высокие значения АОА в почках по нашему мнению в значительной степени обусловлены выделением иммуномодулирующих цитокинов клетками селезенки.

В коже и жабрах сеголетков судака отмечали близкие значения – 1,15 и 1,65 $\text{л*мл}^{-1}\text{*мин}^{-1}$ Имеющиеся литературные данные позволяют рассматривать кожу в качестве органа, активно участвующего в генерации локальных иммунных реакций и гене-

рации сигналов, направленных на вовлечение в ответ всей иммунной системы. Эти функции опосредуются иммунорегуляторными цитокинами, выделяемыми эпидермальными клетками под влиянием абиотических факторов, поэтому в коже и были отмечены такие достаточно высокие показатели.

Таким образом, основная роль в антиоксидантной защите у сеголетков судака принадлежит печени, в ней установлены наибольшие величины АОА.

У годовиков судака отмечали, что средняя величина показателя АОА в печени увеличилась с возрастом с 2,4 до 2,78 л*мл⁻¹*мин⁻¹, что позволяет предположить, что с возрастом происходит увеличение показателя АОА в гепатопанкреасе.

В остальных исследованных органах отмечали снижение средней величины АОА. В почках годовиков судака показатель АОА снизился незначительно с 0,52 до 0,45 л*мл⁻¹*мин⁻¹. Очевидно относительно стабильные условия выращивания в бассейнах УЗВ отразилась на установлении оптимального уровня антиокислительной защиты и перекисного окисления липидов в этом органе.

Такое же минимальное изменение показателя АОА отмечали и в селезенке средняя величина АОА снизилась с 1,70 до 1,67 л*мл⁻¹*мин⁻¹.

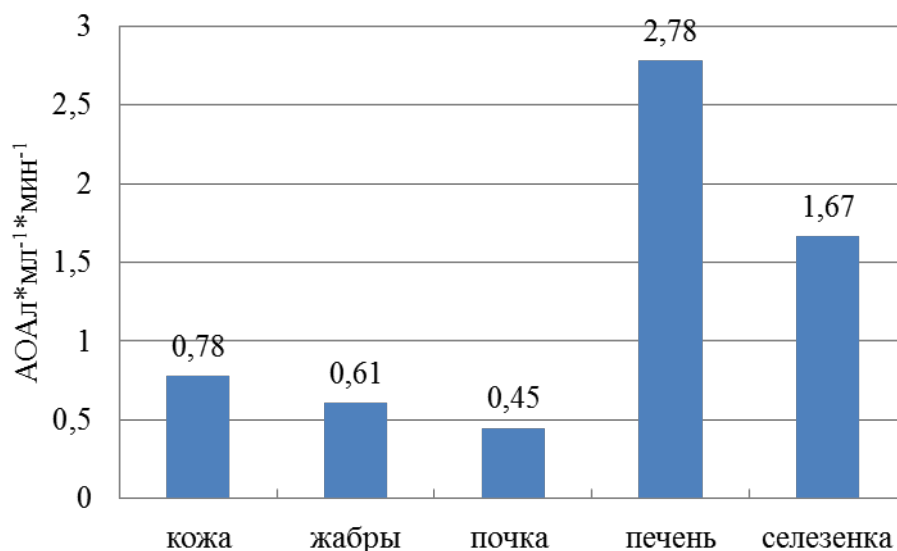


Рис.2. Величина антиокислительной активности (АОА) у годовиков судака

Более существенные изменения показателя АОА отмечали в органах имеющих контакт с внешней средой - коже и жабрах. Так в коже величина АОА снизилась с 1,15 до 0,78 л*мл⁻¹*мин⁻¹, а в жабрах с 1,65 до 0,61 л*мл⁻¹*мин⁻¹ ($p \leq 0,005$). По нашему мнению такое распределение АОА в органах у годовиков судака связано с тем, что выращивание проводится в условия, когда абиотические факторы близки к биологическим требованиям вида. Печень, выполняя многофункциональную роль, реагирует и на пищевой фактор, что и приводит к поддержанию высоких значений АОА в этом органе.

В возрасте двухлетков статистически достоверно наибольшие средние значения АОА были отмечены в печени и составили 2,52 л*мл⁻¹*мин⁻¹ ($p \leq 0,01$). Изучая величину антиокислительной активности у двухлетков судака отмечали, что в печени этот показатель несколько снизился с возрастом с 2,78 до 2,52, однако в пределах не достоверных различий (рис.3).

В почке показатель АОА увеличился с 0,45 до 0,70 л*мл⁻¹*мин⁻¹, однако в пределах не достоверных различий, а в селезенке наоборот отмечали снижение средних значений АОА с 1,67 до 1,20 л*мл⁻¹*мин⁻¹.

Такое неоднозначное изменение АОА отмечали и в коже и жабрах. В жабрах средняя величина увеличилась с 0,61 до 0,98, а в коже снизилась с 0,78 до 0,70 л*мл⁻¹*мин⁻¹. Отсутствие статистически достоверных различий указывает на отсутствие закономерностей в распределении факторов антиокислительной защиты. Резюмирую полученные результаты видно, что основную роль в системе антиокислительной защиты организма у двухлетков судака играет печень

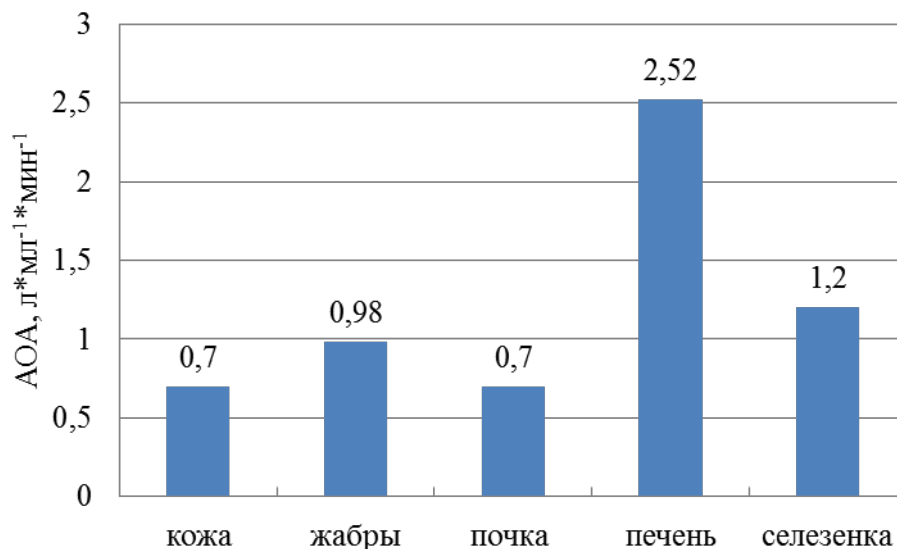


Рис.3. Показатель АОА у двухгодовиков судака, выращенных в бассейнах УЗВ

Заключение

Если провести сравнение полученных значений АОА от возраста, то видно что при выращивании судака первого поколения в бассейнах УЗВ ООО ТПК «Балтптицепром» ведущую роль в антиокислительной защите играет печень, что связано с ее детоксицирующей ролью в организме [7]. Это подтверждается наличием статистически достоверных различий при исследовании всех возрастных групп. Величина АОА в остальных органах всегда была ниже, чем в печени, возрастные изменения в этих органах носили не однозначный характер.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Прайор У. Роль свободнорадикальных реакций в биологических системах. М.: Мир, 1979. Т.1. С. 13-26.
2. Биологическая роль свободных радикалов в развитии патологических состояний / А.О. Сыровая, Ф.С. Леонтьева, И.В. Новикова и др. // Международный медицинский журнал. 2012. № 3. С.98.
3. Павлов А.С. Стратегии терморегулирования при различных видах стресса. Донецк: Донбасс, 2011. 112 с.
4. Магомедова Н.Г. Антиокислительная активность тканей пойкилотермного животного в динамике гипотермии и самосогревания: Дис. ... канд. биол. наук: 03.00.04: Махачкала, 2004. 125 с.
5. Садовникова И.П. Изменение иммунного ответа при старении и влияние на него геропротекторов-антиоксидантов. Различные аспекты биологических систем. МОИП. 1986. С.53–56.
6. Кост Е.А. Справочник по клиническим лабораторным методам исследования. М.: Медицина, 1975. 360с.
7. Ноздрачев А. Д. Начала физиологии. СПб., Лань. 2001. 1088 с.

CHANGE OF ANTIOXIDATIVE ACTIVITY IN THE FIRST GENERATION OF SUKHAKA AT GROWING IN UZV LLC TPK "BALTPITSEPROM"

Kurapova T.M. Associate Professor, PhD
Goncharenok O.E. Associate Professor, PhD

Kaliningrad State Technical University, Kaliningrad, Russia,
e-mail: tkurapova@inbox.ru, olga111@yandex.ru

The aim of these studies was to study the antioxidant activity in some organs and tissues in juveniles, yearlings and two-year-old pike perches of the first generation of pike perch. It has been established that the liver plays the leading role in antioxidant protection.

УДК 639.3; 664.371

ГЕМАТОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ДВУХЛЕТКОВ РАДУЖНОЙ ФОРЕЛИ, ВЫРАЩИВАЕМОЙ В УЗВ

Молчанова Ксения Андреевна, аспирант, ведущий инженер кафедры
аквакультуры

Савина Лиана Валерьевна, доцент, канд. биол. наук

Серпунин Геннадий Георгиевич, профессор, д-р биол. наук

ФГБОУ ВО «КГТУ», Калининград, Россия, e-mail: kseniya.elfimova@klgtu.ru,
savina_liana@mail.ru, serpunin@klgtu.ru

Цель – определение показателей красной и белой крови двухлетков третьей генерации радужной форели при их выращивании в установке замкнутого водоснабжения. Установлены концентрации гемоглобина, эритроцитов, лейкоцитов, общего белка в сыворотке крови, лейкоцитарная формула и другие показатели крови. Показаны достоверные половые различия в концентрации гемоглобина, эритроцитов, проценте моноцитов. Гематологические показатели свидетельствуют о нормальном физиологическом состоянии двухлетков радужной форели и благоприятных условиях их выращивания

Введение

Формирование физиологически полноценного маточного стада радужной форели при ее выращивании в установках замкнутого водоснабжения (УЗВ) вызывает необходимость контроля за физиологическим состоянием рыбы разного возраста на различных этапах выращивания. В связи с этим нами была поставлена цель установить гематологические особенности двухлетков радужной форели третьей генерации, выращиваемой в УЗВ.

Материал и методы

Объектом исследований была третья генерация радужной форели, выращиваемая в промышленной УЗВ рыбоводного цеха ООО «ТПК «Балтптицепром» (Калининградская обл.). Кровь для анализа брали у рыб в возрасте двухлетков (сентябрь 2016 г.).

Гематологические показатели определяли по стандартным методикам, принятым в рыбоводстве [1, 2, 3]. Концентрацию эритроцитов определяли пробирочным методом с использованием консервирующего раствора; лейкоцитов - косвенным методом; гемоглобина - гемиглобинцианидным методом на спектромоме; общего белка в сыворотке крови - рефрактометрически, скорость оседания эритроцитов - в СОЭ-метре; содержание гемоглобина в одном эритроците и цветной показатель - расчетным методом [2].

Подсчет лейкоцитарной формулы осуществляли на мазках, окрашенных по Паппенгейму. На каждом мазке подсчитывали 200 лейкоцитов с учетом стадий их цитогенеза по классификации Н.Т. Ивановой [4]. Идентифицировали следующие виды лейкоцитов: нейтрофильные миелоциты и метамиелоциты, палочкоядерные и сегментоядерные нейтрофилы, псевдоэозинофилы, псевдобазофилы, моноциты и малые лимфоциты [5].

Отлов рыбы производили непосредственно перед взятием крови. Для анализов использовали активную и клинически здоровую рыбу, без видимых повреждений. Взятие крови осуществляли прижизненно из гемального канала хвостового стебля (рисунок 1). Рыбу перед проведением анализов не кормили в течение суток.



Рис. 1. Взятие крови из гемального канала рыбы

Результаты

Основные абиотические параметры воды в рыбоводных бассейнах УЗВ (температура, рН, концентрация кислорода, нитритов, нитратов, хлоридов, железа) на всех этапах выращивания радужной форели третьей генерации соответствовали нормативным значениям. Водородный показатель находился в диапазоне 6,5-7,4; концентрация нитритов не превышала 0,3 мг/л, растворенный в воде кислород всегда был на уровне 100 % насыщения и выше.

На фоне снижения температуры воды в УЗВ в сентябре 2016 г. у самцов форели в возрасте 19-20 мес было отмечено единичное созревание. Большинство самцов созрело в декабре вместе с самками (рисунок 2).

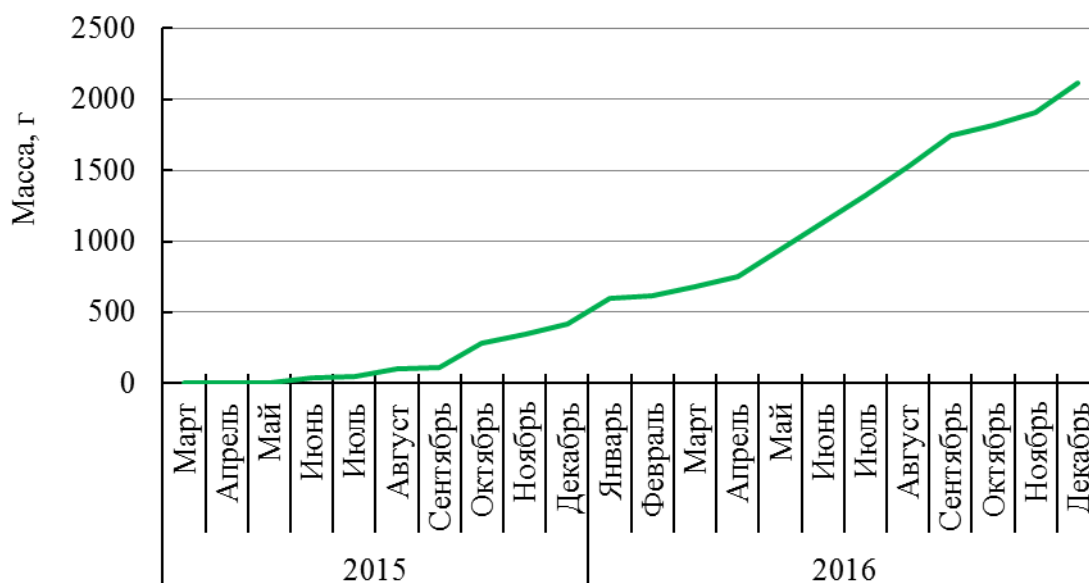


Рис. 2. Изменение массы тела радужной форели третьей генерации, выращиваемой в УЗВ

Самки созрели в декабре при снижении температуры воды с 12 до 10 °С. То есть время созревания третьей генерации форели при выращивании в УЗВ соответствовало созреванию осенне-нерестующих рыб [6].

Самки и самцы радужной форели, выращенные в УЗВ, имели высокий уровень гемоглобина $108,00 \pm 2,89$ и $123,00 \pm 1,15$ г·л⁻¹ соответственно (таблица 1). Причем этот показатель у самцов оказался достоверно выше ($p < 0.01$). По данным Н.А. Головиной у двухлетков форели, выращиваемых в бетонных бассейнах, концентрация гемоглобина достигает 110 г·л⁻¹ [7].

Таблица 1

Показатели крови двухлетков радужной форели (сентябрь 2016 г.)

Показатель	Самки			Самцы		
	$\frac{M \pm m}{\min - \max}$	CV, %	σ	$\frac{M \pm m}{\min - \max}$	CV, %	σ
Гемоглобин, г·л ⁻¹	$\frac{108.00 \pm 2.89^{**}}{103 - 113}$	5,4	5,77	$\frac{123.00 \pm 1.15^{**}}{121 - 125}$	1,9	2,31
Содержание гемоглобина в эритроците, пг	$\frac{105.28 \pm 12.73}{83.23 - 127.32}$	24,2	25,46	$\frac{86.71 \pm 0.29}{86.21 - 87.21}$	0,7	0,58
Цветной показатель	$\frac{3.16 \pm 0.38}{2.50 - 3.82}$	24,2	0,76	$\frac{2.60 \pm 0.01}{2.59 - 2.62}$	0,7	0,02
Скорость оседания эритроцитов, мм/ч	$\frac{2.75 \pm 0.72}{1.5 - 4.0}$	52,5	1,44	$\frac{2.50 \pm 0.58}{1.50 - 3.50}$	46,2	1,15
Эритроциты (Эр), Т·л ⁻¹	$\frac{1.06 \pm 0.10^*}{0.89 - 1.24}$	19,0	0,20	$\frac{1.42 \pm 0.02^*}{1.39 - 1.45}$	2,5	0,04
Лейкоциты (Л), Г·л ⁻¹	$\frac{12.75 \pm 1.21}{10.65 - 14.85}$	19,0	2,42	$\frac{18.35 \pm 2.22}{14.50 - 22.20}$	24,2	4,45

Показатель	Самки			Самцы		
	$\frac{M \pm m}{\min - \max}$	CV, %	σ	$\frac{M \pm m}{\min - \max}$	CV, %	σ
Эр/Л	$\frac{83.33 \pm 0.00}{83.33}$	0,0	0,00	$\frac{81.25 \pm 10.83}{62.50 - 100.0}$	26,6	21,65
Общий белок в сыворотке крови, г·л ⁻¹	$\frac{92.17 \pm 9.83}{72.5 - 102.0}$	18,5	17,03	-	-	-
<i>Лейкоцитарная формула, %</i>						
Миелоциты нейтрофильные	$\frac{3.50 \pm 0.87}{2.0 - 5.0}$	49,5	1,73	$\frac{1.25 \pm 0.43}{0.5 - 2.0}$	69,3	0,87
Метамиелоциты нейтрофильные	$\frac{3.00 \pm 0.00}{3.00}$	0,0	0,00	$\frac{1.50 \pm 0.87}{0.0 - 3.0}$	115,5	1,73
Палочкоядерные нейтрофилы	$\frac{4.00 \pm 0.00}{4.00}$	0,0	0,00	$\frac{3.00 \pm 1.73}{0.0 - 6.0}$	115,5	3,46

*, ** - различия достоверны между самками и самцами соответственно при $p < 0,05$ и $p < 0,01$.

Отмечена высокая концентрация эритроцитов от $1,06 \pm 0,10$ у самок до $1,42 \pm 0,02$ Г·л⁻¹ у самцов и средний уровень концентрации лейкоцитов $12,75 \pm 1,21$ Г·л⁻¹ у самок и $18,35 \pm 2,22$ Г·л⁻¹ у самцов, что, вероятно, отражает специфические условия выращивания радужной форели в совокупности с интенсивным питанием. Причем первый показатель у самцов был достоверно больше в сравнении с самками ($p < 0,05$).

По содержанию гемоглобина в одном эритроците (СГЭ) и цветному показателю (ЦП) достоверных различий между самками и самцами не было обнаружено в связи с большой вариабельностью этих показателей красной крови у самок. Вместе с тем, следует отметить, что оба показателя у самок были несколько больше, чем у самцов.

Белая кровь двухлетков радужной форели имела выраженный лимфоидный характер. Высокое разнообразие различных клеток (идентифицировано 8 различных форм лейкоцитов) отражало специфику условий выращивания и находилось в границах нормальных для форели значений.

Показатели белой крови самок и самцов достоверно не отличались в связи с их большой вариабельностью, однако у первых заметно больше (в два и более раз) были доля миелоцитов и метамиелоцитов нейтрофильных, а также меньше в два раза доля псевдоэозинофилов и псевдобазофилов.

Достоверные различия между самками и самцами в лейкоцитарной формуле были обнаружены только в доле моноцитов ($p < 0,05$).

Заключение

Высокие концентрации гемоглобина, эритроцитов, высокий уровень СГЭ и ЦП, лейкоцитарная формула, низкий уровень скорости оседания эритроцитов, низкий процент моноцитов, отсутствие в периферической крови патологически измененных клеток указывают на нормальное физиологическое состояние двухлетков радужной форели, характеризуют высокие адаптационные возможности двухлетков радужной форели при их выращивании в УЗВ, а также благоприятные условия их выращивания.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Головина Н.А. Методы гематологических исследований в ихтиопатологической практике // Экспресс-информация ЦНИИТЭИРХ. Сер.: Рыбохозяйственное использование внутренних водоемов, 1979. № 4. С. 8 – 18.
2. Методы гематологических исследований рыб / Г.Г. Серпунин, Л.В. Савина. Калининград, 2005. 53 с.
3. Остроумова И.Н. Показатели крови и кроветворение в онтогенезе рыб. М.: Известия ВНИОРХ, 1957. Т. 43. Вып. 3. С. 8 – 10.
4. Иванова Н.Т. Атлас клеток крови рыб (сравнительная морфология и классификация форменных элементов крови рыб). М.: Легкая и пищ. пром-сть, 1983. 184 с.
5. Гематологические показатели годовиков радужной форели при выращивании в УЗВ / К.А. Молчанова, Е.И. Хрусталева, Г.Г. Серпунин, Л.В. Савина // Рыбное хозяйство, 2018. № 3. С. 62 – 65.
6. Методические указания по разведению и выращиванию осенне-нерестующей форели камлоопс в форелевых хозяйствах / Составитель: Н.П. Новоженин, М.: ВНИИПРХ, 1985. 15 с.
7. Головина Н.А. Морфофункциональная характеристика крови рыб – объектов аквакультуры: автореф. дис. ... д-ра биол. наук. 03.00.10 – Ихтиология. М.: ВНИИПРХ, 1996. 53 с.

HEMATOLOGIC FEATURES OF TWO-YEAR RAINBOW TROUT WERE GROWN IN RAS

Molchanova Kseniia Andreevna, graduate student of Department Aquaculture, the leading engineer

Savina Liana Valerievna, Associate Professor, PhD

Serpunin Gennady Georgiyevich, Professor, Doctor of biological sciences

Kaliningrad State Technical University, Kaliningrad, Russia,

e-mail: kseniya.elfimova@klgtu.ru, savina_liana@mail.ru, serpunin@klgtu.ru

The aim is to determine the red and white blood indicators of two-year-olds of the third generation of rainbow trout when they are grown in a recirculation aquaculture cycle. The concentrations of hemoglobin, erythrocytes, leukocytes, total protein in blood serum, leukocyte formula and other blood parameters were established. Reliable sex differences in the concentration of hemoglobin, erythrocytes, and the percentage of monocytes are shown. Hematologic indices testify to the normal physiological condition of two-year-old rainbow trout and favorable conditions for their growth.

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ И СОДЕРЖАНИЯ МАТОЧНОГО СТАДА ГИГАНТСКОЙ ПРЭСНОВОДНОЙ КРЕВЕТКИ *MACROBRACHIUM ROSENBERGII* В ПИТОМНИКАХ КРЫМСКОГО ПОЛУОСТРОВА

Статкевич Светлана Вячеславовна, канд. биол. наук, научный сотрудник

ФГБУН «Институт морских биологических исследований им. А.О. Ковалевского РАН», Севастополь, Россия, e-mail: statkevich.svetlana@mail.ru

В результате проведенных исследований выявлены основные критерии отбора производителей: линейные размеры и масса, активность, отсутствие каких-либо повреждений и видимых признаков заболеваний. При выборе самцов, кроме размеров, следует также учитывать их морфологическую группу. Установлено, что общее число креветок в маточном стаде можно снизить за счет синхронизации нереста. Доказано, что в результате варьирования температур достигается синхронизация нереста у 19-24 % самок, позволяющая минимизировать численность креветок маточного стада

Введение

Культивирование гигантской пресноводной креветки *Macrobrachium rosenbergii* в Крыму проводится с 2000 г. К настоящему времени адаптирована и успешно реализована биотехнология полного цикла товарного выращивания этого вида, состоящая из двух фаз (получение молоди креветки в условиях питомника и ее дальнейшее выращивание в открытых водоемах до товарного размера).

Главным условием получения качественного посадочного материала является правильное формирование и содержание производителей. В связи с этим целью данной работы стала оптимизация критериев отбора и условий содержания маточного стада гигантской креветки в условиях питомника на Крымском полуострове.

Материал и методы

Работы по культивированию проводились в экспериментальном креветочном хозяйстве Научно-исследовательского центра «Государственный океанариум» (г. Севастополь) в период с 2010 по 2013 гг. Объектом исследований стали взрослые особи гигантской креветки, отобранные для маточного стада. Для содержания производителей использовали аквариумы объемом 500 л. Каждая установка имела системы фильтрации, аэрации и терморегуляции воды. Параметры среды поддерживали на оптимальном уровне (таблица 1) [1, 2, 3].

Таблица 1

Условия содержания маточного стада

Показатель	Оптимальные требования
рН	7,5 – 8,0
O ₂	50%
Нитриты (NO ₂), мг/л	0,1
Нитраты (NO ₃), мг/л	не более 2,0
Соленость воды, ‰	0
Температура воды, °С	26 – 28

Стандартный биологический анализ креветок проводили по общепринятой методике [4, 5]. Полученные первичные данные проверяли на нормальность распределе-

ния по критериям Шапиро–Уилка, Колмогорова–Смирнова. Ввиду соответствия первичных данных нормальному распределению, для оценки значимости различий средних в выборках применяли дисперсионный анализ.

Результаты и их обсуждение

Формирование маточного стада. В условиях питомника Научно-исследовательского центра «Государственный океанариум» (г. Севастополь) изначально маточное стадо было сформировано из креветок, привезенных в апреле 2000 года из Астраханского технического института рыбной промышленности и хозяйства (ныне Астраханский государственный технический университет). В Астрахань производители этой креветки были завезены из Вьетнама и Японии в 90-х годах прошлого столетия [1, 6, 7]. В последующие годы, ежегодное формирование маточного стада осуществляли из половозрелых особей гигантской креветки, полученных в результате выращивания в водоемах полуострова. Самки гигантской креветки становятся половозрелыми в возрасте 3 – 4 месяцев при общей длине тела 7,5 см и массе 6,5 г, а самцы – приблизительно на месяц позже при общей длине тела 10 см и массе около 10 г. Аналогичные результаты были отмечены другими исследователями [8].

Отбор креветок в маточное стадо осуществляли по совокупности признаков, отвечающих нашим требованиям, а именно: линейные размеры, активность животных, пигментация панциря, наличие всех конечностей, отсутствием механических повреждений и видимых признаков заболеваний.

При выборе самок особое внимание уделяли ее размерам, поскольку крупные особи дают потомство более высокого качества, по сравнению с более мелкими. Кроме того, с увеличением массы самки возрастает выживаемость полученных от нее личинок [9]. Согласно имеющейся информации в качестве производителей предлагается отбирать самок массой более 100 г [10]. Однако в нашем распоряжении таких крупных особей не было, поскольку за один сезон выращивания масса самки в среднем достигает 20 – 30 г. В следствии чего для маточного стада отбирали креветок с размерами: самки общей длиной 11 – 14 см и массой 20 – 40 г, самцы – 15 – 17 см и 45 – 85 г соответственно.

При выборе самцов, кроме линейных размеров, учитывали их морфотип. Принадлежность самцов к той или иной морфологической группе определяли по размеру и цвету клешней. Для взрослых особей гигантской креветки описаны три основные формы: мелкие самцы с неокрашенными клешнями (М); крупные самцы с оранжевыми клешнями (ОК); крупные самцы с синими клешнями (СК) [11]. Морфологические особенности самцов обусловлены их функциональной ролью в сообществах. Самцы СК первоначально активно участвуют в процессе размножения, не допуская к нему самцов ОК.

Большинство исследователей рекомендуют в качестве производителей выбирать самцов СК, обосновывая этот выбор доминирующей ролью в сообществе представителей этого морфотипа [1, 9]. Однако, опираясь на результат собственных исследований, предлагаем для маточного поголовья, которое длительно содержится в питомнике, выбирать самцов 2-х типов: с оранжевыми и синими клешнями. В первую очередь этот выбор определяется выживаемостью самцов в искусственных условиях. За время содержания в аквариальных условиях у самцов СК отмечалось 2 – 3 линьки, последняя из которых сопровождалась затяжным межлиночным периодом, часто завершающийся гибелью животного. В литературных источниках данное явление описывается как конечный рост, характерный только для самцов гигантской креветки [12]. Тогда как у самцов ОК за период содержания наблюдается в два раза больше линек и выживаемость в 1,7 раза выше, чем у самцов СК ($p < 0,001$). Важно отметить,

что через одну, иногда через две линьки креветка из морфотипа «крупный самец с оранжевыми клешнями» переходит в форму «крупный самец с синими клешнями».

При содержании креветок маточного стада предлагается соблюдать оптимальное соотношение самок и самцов (1: 4 – 5) [9]. Кроме того, рекомендуется совместно содержать самок и самцов, поскольку существует мнение, что в отсутствии самцов у самок замедляется развитие яичников [13].

Расчет общего количества креветок в маточном стаде. Общее число креветок в маточном стаде зависит от конечного результата, то есть какой объем товарной продукции планируется получить по окончании сезона выращивания гигантской креветки.

Оценим численность маточного стада, необходимую для получения 100000 экземпляров посадочного материала. Произведем оценку на основании собственных и литературных данных, ориентируясь на худший вариант развития событий. Заниженные оценки, с одной стороны, гарантируют в худшем случае результат, близкий к реальному, а с другой, не исключают получение более успешного итога.

При расчетах общего числа креветок в маточном стаде принимать во внимание выживаемость личинок, молоди и взрослых особей гигантской креветки, оптимального соотношения самцов и самок в маточном стаде, рабочую плодовитость самок, а также процент одновременно нерестящихся самок за период их содержания в питомнике (таблица 2).

Таблица 2

Показатели культивирования гигантской креветки в контролируемых условиях питомника

Показатели	Собственные данные	Литературные данные
Выживаемость личинок, %	49	45 [1]
Выживаемость молоди (через 45 сут. после метаморфоза), %	81	78 [1]
Выживаемость взрослых особей, %	63	50 [15]
Соотношение полов (самцы : самки)	1 : 4	1 : 4 [9, 14]
Одновременный нерест, %	7	5 [15]
Рабочая плодовитость	39000	30000 [2]

Таким образом, в результате проведенного расчета на основании литературных данных было установлено, что для получения 100000 экземпляров посадочного материала необходимо маточное стадо численностью 500 экз. креветок (400 самок и 100 самцов). Расчет произведенный на основе собственных данных показал, что для получения 100000 экземпляров посадочного материала необходимо маточное стадо численностью 200 экз. креветок (160 самок и 40 самцов).

Содержание маточного стада креветок является довольно затратной статьей производства. Для повышения рентабельности предприятия рекомендуется снижать общее число производителей. Без ущерба для производства уменьшить количество креветок можно за счет выбора самок с высокой плодовитостью и синхронизации нереста.

Согласно имеющимся данным плодовитость тесно коррелирует с размерно-массовыми характеристиками самок, а именно, в благоприятных условиях она возрастает по мере увеличения размеров тела креветки [16]. Результаты исследований показали, что в диапазоне линейных размеров самок от 11,0 до 14,0 см и массы от 20,0 до 40,0 г рабочая плодовитость варьирует от 15000 до 40000 шт. яиц в одной кладке.

Другой способ снижения количества креветок в маточном стаде – это синхронизация линек, которая осуществляется за счет изменения температуры среды содержания креветок. В этой работе предложено два варианта синхронизации линьки самок креветки.

Первый способ заключается в том, что в условиях питомника креветок маточного стада содержали при температуре 26 – 28°C. В течение недели температуру постепенно (на 1 – 2°C в сутки) снижали до 22°C и на протяжении 2-х недель креветок содержали при данной температуре. По окончании двух недель температуру вновь повышали до 28°C в течение 2-х суток. В результате проведенных манипуляций удалось достичь в среднем одновременной линьки у 19% самок, что позволило снизить численность маточного стада. Таким образом, маточное стадо состоит из 60 самок и 15 самцов.

Второй способ – креветок маточного стада содержали при температуре 24°C. В течение 2-х суток температуру воды повышали до 28°C. В итоге мы получили одновременный нерест у 24% самок. На основании достигнутого результата мы можем снизить количество креветок в маточном стаде (для получения 100000 экземпляров посадочного материала) до 60 экз.: 48 самок и 12 самцов.

Дисперсионный анализ подтвердил влияние температуры на синхронизацию нереста (SS (общая сумма квадратов) – 2211, MS (среднеквадратичное отклонение) – 1105, F (расчётное значение критерия Фишера) – 67, p (уровень значимости) <0,001).

Количество одновременно нерестящихся самок в контролируемых условиях питомника (не осуществляется синхронизация нереста) составляло в среднем 7%, что статистически значимо ниже ($p < 0,001$), чем при использовании методов варьирования температур. Результаты сравнения двух способов синхронизации нереста показали значимые отличия ($p = 0,006$).

Выводы

1. В условиях питомника оптимальными биопродукционными показателями обладают самки гигантской креветки, линейные размеры которых составляют 11 – 14 см, масса 20 – 40 г, и самцы – длиной 15 – 17 см и массой 45 – 85 г. Полученные данные позволяют оптимальным образом проводить отбор маточного стада.

2. Общее количество креветок в маточном стаде можно снизить за счет выбора самок с высокой плодовитостью и путем синхронизации линек у самок.

3. Синхронизация линек осуществляется методом варьирования температур, в результате которого можно добиться одновременного нереста у 19 – 24% самок, что позволит снизить количество креветок маточного стада.

Работа выполнена в рамках бюджетной темы ФГБУН ИМБИ НИР «Закономерности формирования и антропогенная трансформация биоразнообразия и биоресурсов Азово-Черноморского бассейна и других районов Мирового океана» № АААА-А18-118020890074-2.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ковачева Н.П. Аквакультура ракообразных отряда Decapoda: камчатский краб *Paralithodes camtschaticus* и гигантская пресноводная креветка *Macrobrachium rosenbergii*. М.: Изд-во ВНИРО, 2008. 240 с.

2. Сальников Н.Е. Пресноводные креветки – перспективный объект аквакультуры прикаспийского и северо-кавказского региона // Зооиндустрия. 2001. №1. С. 48-52.

3. Червяков Б.В. Разведение пресноводных креветок // Рыбн. Хоз-во. 1991. №3. С. 35-39.

4. Буруковский Р.Н. Методика биологического анализа некоторых тропических и субтропических креветок // Сб. науч. тр. Всеросс. НИИ рыб.хоз-ва и океанографии. 1992. С. 77-91.
5. Пособие по изучению промысловых ракообразных дальневосточных морей России / С.А. Низяев, С.Д. Букин, А.К. Клитин и др. Южно-Сахалинск: СахНИРО, 2006. 114 с.
6. Кулеш В.Ф. Рост и выживаемость гигантской пресноводной креветки *Macrobrachium rosenbergii* (De Man) в зависимости от плотности при различных условиях культивирования // Гидробиол. Журн. 1996. Т 32, №4. С. 10-17.
7. Экология пресноводных креветок / Н.Н. Хмельёва, В.Ф. Кулеш, А.В. Алехнович и др. Минск: «Беларуская навука», 1997. 254 с.
8. Алехнович А.В., Панюшин С.Н. Влияние плотности на рост и выживаемость гигантской тропической креветки в аквакультуре // Докл. АН СССР. 1991. 323, №3. С. 588-591.
9. Сальников Н.Е., Суханова М.Э. Разведение и выращивание пресноводных креветок на юге России. Астрахань, 2000. 230 с.
10. McVey J.P. CRC handbook of mariculture. VI. Crustacean aquaculture Boca Ration. Florida, CRC Press. 1983. 442 p.
11. Ranjeet K., Kurup V.M. Heterogeneous individual growth of *Macrobrachium rosenbergii* male morphotypes // Naga, The ICLARM Quarterly. 2002. Vol. 25, №2. P. 13-18.
12. Sinderman C.J., Lightner D.V. Disease and husbandry problems of cultured *Macrobrachium rosenbergii* // Disease diagnosis and control in North American marine aquaculture. 1988. P. 134-180.
13. Nagamine C.M., Knight A.W. Development, maturation and function of some sexually dimorphic structures of the Malaysian Prawn, *Macrobrachium rosenbergii* (De Man) (Decapoda, Palaemonidae) // Crustaceana. 1980. Vol. 39 (№2). P. 141-152.
14. Saad A.S., Habashy M.M., Sharshar K.M. Growth response of the freshwater prawn, *Macrobrachium rosenbergii* (De Man), to diets having different levels of biogen // World Applied Sciences Journal. 2009. 6 (4). P. 550-556.
15. New M.B. Farming freshwater prawn: a manual for the culture of the giant river prawn (*Macrobrachium rosenbergii*). Rome: FAO, Fisheries Techn. Pap. Food and agriculture organization of the United Nations. 2002. 212 p.
16. Статкевич С.В. Плодовитость гигантской пресноводной креветки *Macrobrachium rosenbergii* (Decapoda: Palaemonidae) в условиях аквакультуры // «Известия ТИНРО». 2015. Том 182. с. 242-248.

**FEATURES OF FORMATION AND CONTENT BROODSTOCK GIANT
FRESHWATER PRAWN MACROBRACHIUM ROSENBERGII
IN THE NURSERY OF THE CRIMEAN PENINSULA**

Statkevich Svetlana Vyacheslavovna, Ph. D., researcher

Kovalevsky Institute of Marine Biological Research, Russian Academy of Sciences,
Sevastopol, Russia, e-mail: statkevich.svetlana@mail.ru

Investigations were carried out in the period from 2010 to 2013. The results of the experiments showed that the main criteria for selecting prawn producers are linear sizes and mass, activity, absence of any injuries and visible signs of diseases. When selecting males, in addition to size, one should also take into account their morphological group. It is established

that the total number of prawn in the broodstock can be reduced by simultaneous spawning and selecting larger females (with high fecundity). As a result of varying temperatures, 19-24 % of females spawn simultaneously, this allows to minimize the number of prawn in the broodstock.

УДК 639.3

ОЦЕНКА ТЕМПА РОСТА КЛАРИЕВОГО СОМА В УЗВ

Тытарев Константин Александрович, магистр
Хрусталеv Евгений Иванович, профессор, канд. биол. наук
Курапова Татьяна Михайловна, доцент, канд. биол. наук

ФГБОУ ВО «КГТУ», Калининград, Россия, e-mail: kost9_199494@mail.ru,
eugeneychrustalev@klgtu.ru, tkurapova@inbox.ru

Целью данной работы является изучение темпа роста посадочного материала клариевого сома (выращиваемого на ООО «Балтптицепром») и товарной рыбы (выращиваемой в бассейнах ООО «Русская улитка»)

Введение

Аквакультура в установках замкнутого водоснабжения (УЗВ), по сути, является технологией выращивания рыб или других водных организмов с многократным использованием воды. Данная технология основана на применении механических и биологических фильтров и, в сущности, может использоваться для выращивания любых объектов аквакультуры, например, рыб, креветок, двустворчатых моллюсков и т.д. Тем не менее, рециркуляционные технологии применяются, главным образом, в рыбоводстве [1].

Клариевый сом – перспективный объект аквакультуры. Этому способствуют В биологические особенности, проявляющиеся в высокой в высокой скорости роста, многократном созревании в течение года, устойчивости к высокой концентрации азотистых соединений в воде, а также высокой эффективностью конвертации потребляемой ими пищи на прирост массы [2].

Материал и методы

Материалом послужили данные собранные в ходе двух лет исследований и отражающие биотехнические и рыбоводно-биологические особенности сома разного возраста. Объектом исследования являлся клариевый сом, выращиваемый на предприятии ООО «ТПК Балтптицепром» с августа по декабрь 2016 г., а с января 2017 г. дальнейшее выращивание этой генерации происходило на предприятии ООО «Русская улитка».

Выращивание клариевого сома на разных этапах рыбоводного процесса осуществляли в бассейнах различных конструкций. Выращивание посадочного материала проводили в лотковых бассейнах размером 2,0×0,5×0,8, а товарной рыбы 3,5×2,2×1,2 и 4,5×2×2 м.

Ежедекадно проводили контрольные обловы, в результате которых определяли среднюю массу рыбы и корректировали суточная доза кормления. Оценку скорости роста клариевого сома оценивали по величине коэффициента массонакопления (1) [3]:

$$K_m = \frac{(M_{кон}^{1/3} - M_{нач}^{1/3}) * 3}{(T_{кон} - T_{нач})}, \quad (1)$$

где $M_{\text{нач}}$ и $M_{\text{кон}}$ – начальная и конечная масса рыб, г; $T_{\text{нач}}$ и $T_{\text{кон}}$ – возраст рыб в начале и в конце периода, сут.

Результаты исследований

Температура воды при выращивании посадочного материала в рассматриваемый исследуемый период изменялась в пределах от 26,0 до 27,5 °С. Её среднее значение составило $26,8 \pm 0,25$ °С. При выращивании товарной рыбы температура воды в рассматриваемый исследуемый период изменялась в пределах от 25,2 до 26,6 °С. Её среднее значение составило $26,0 \pm 0,14$ °С. Известно, что оптимальная температура выращивания клариевого сома на разных этапах выращивания составляет 26 – 28 °С (до 30 °С) [4].

Значения водородного показателя за период выращивания посадочного материала клариевого сома в среднем составляли $7,0 \pm 0,07$. При выращивании товарной рыбы значения pH за период выращивания клариевого сома не превышали 7,0 и в среднем составляли $6,7 \pm 0,03$. Таким образом, на протяжении практически всего периода выращивания преобладала величина pH, находящаяся в нейтральном диапазоне значений.

При оценке скорости роста, выращиваемых рыб на ООО «ТПК Балтптицепром» разделили на три группы. Первые – особи, отстающие в росте (мелкая группа), вторая – особи, со средней скоростью роста (средняя группа) и третья – особи, с опережающим ростом (крупная группа).

Группа мелких, включала рыб, которые в начале исследуемого периода имели массу в среднем 0,212 г., в возрасте сеголетков эти рыбы достигли массы 207,2 г. Группа средних, включала рыб, которые в начале исследуемого периода имели среднюю массу 0,262 г., а концу периода выращивания достигли 314,4 г. Третья группа состояла из рыб, имевших среднюю начальную массу 0,322 г., а к возрасту сеголетков они достигли 572,9 г (рис.1).

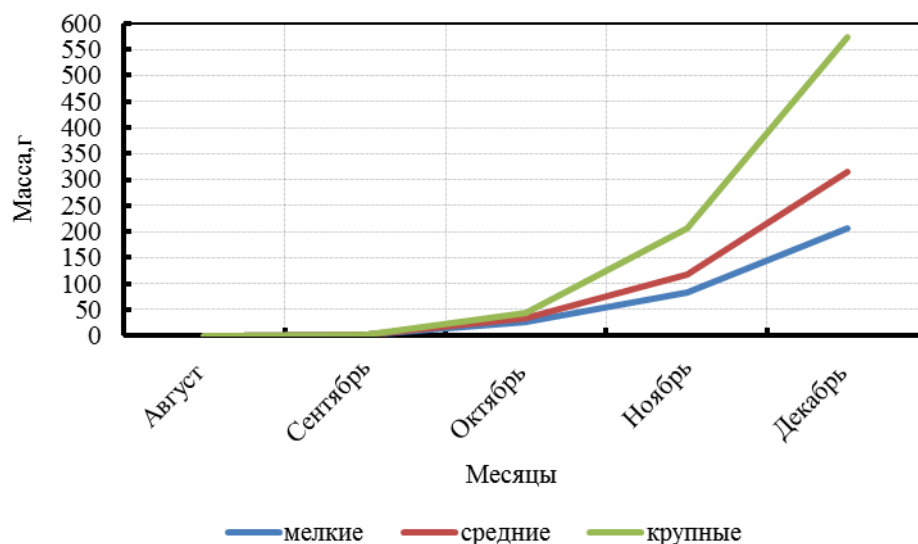


Рис.1. Изменение массы тела клариевого сома на ООО «ТПК Балтптицепром»

На предприятии ООО «Русская улитка» продолжили выращивание этих групп, к концу этапа выращивания мелкоразмерная группа достигла массы 1250 г, среднеразмерная группа достигла массы 1505 г и крупноразмерная группа 1750 г (рис.2).

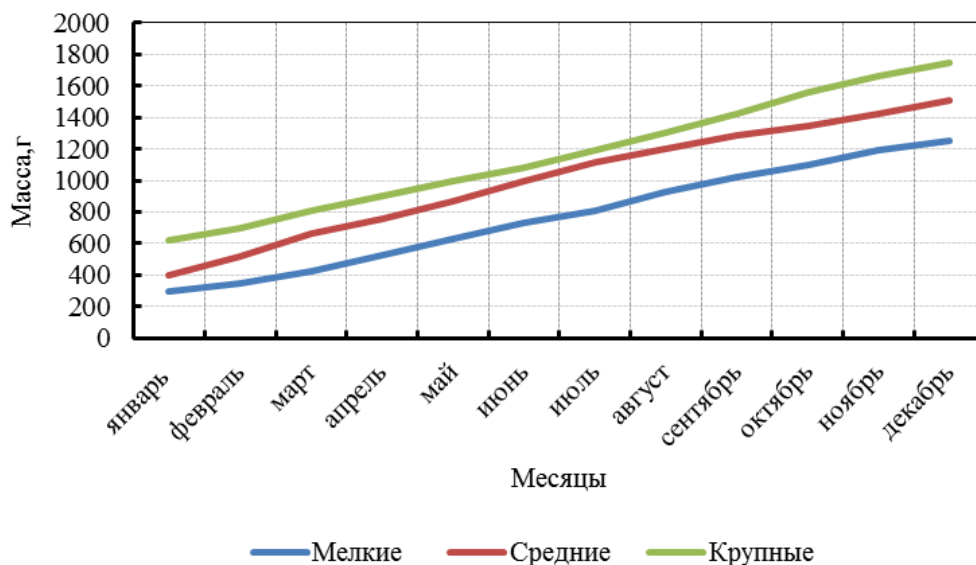


Рис.2. Изменение массы тела клариевого сома на ООО «Русская улитка»

На ООО ТПК «Балтптицепром» значения коэффициента массонакопления изменялись у групп: мелкие от 0,03 до 0,20; средние от 0,04 до 0,22; крупные от 0,06 до 0,23. Увеличение коэффициента массонакопления, на наш взгляд, связано с совершенствованием жизненных систем организма по мере адаптации к искусственным кормам (рис.3).

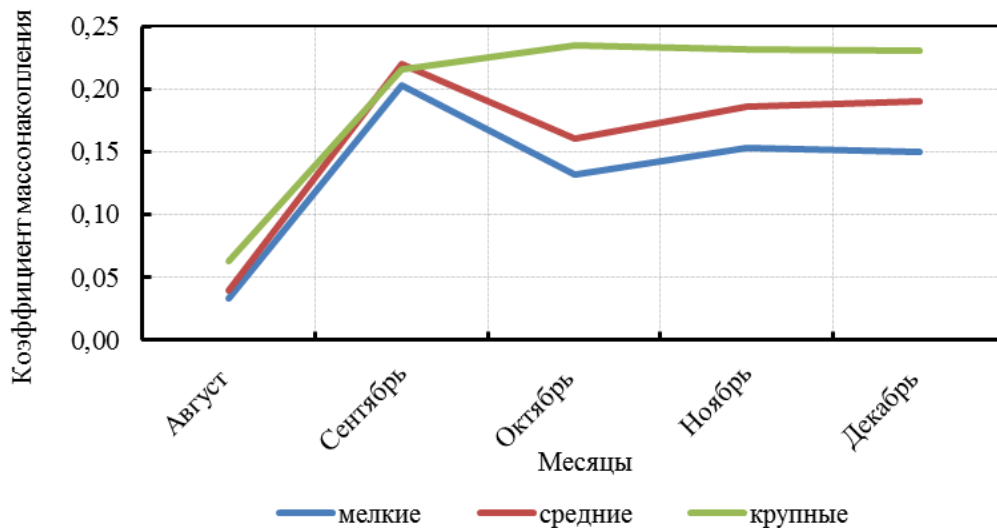


Рис.3. Изменение величины коэффициента массонакопления клариевого сома на ООО «ТПК Балтптицепром»

В ООО «Русская улитка» значения коэффициента массонакопления изменялись у групп: мелкие от 0,02 до 0,06; средние от 0,02 до 0,07; крупные от 0,02 до 0,04 (рис.4).

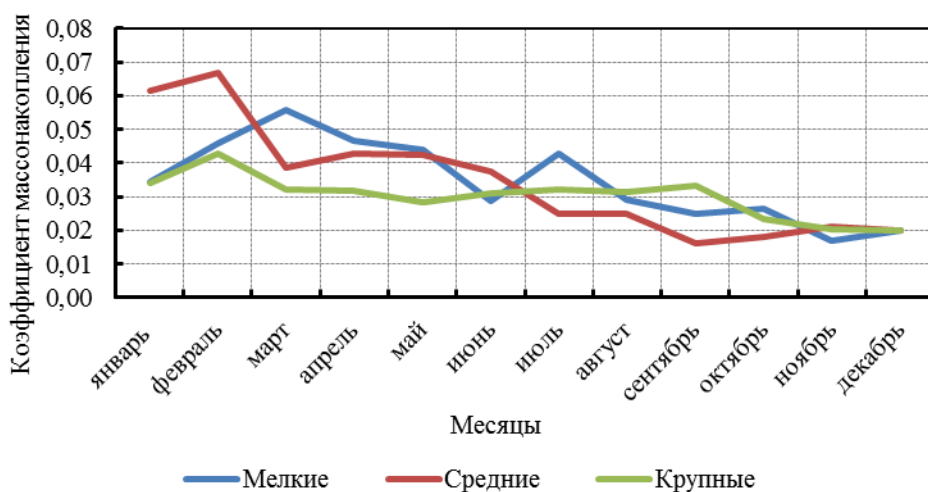


Рис.4. Изменение величины коэффициента массонакопления клариевого сома на ООО «Русская улитка»

Снижение коэффициента массонакопления объясняется:

- во-первых, тем, что на предприятии использовался искусственный корм собственного производства, который по своим свойствам уступал искусственным кормам РКС-16 разработанным на предприятии Балтптицепром;
- во-вторых, более низкой температурой воды объясняется температурой воды, которая на протяжении всего этапа выращивания была не стабильной, и опускалась до 23,2, что ниже оптимальных значений (26 – 30 °С) [4], что также замедляет скорость роста клариевого сома.

Заключение

На предприятии ООО «ТПК Балтптицепром» и ООО «Русская улитка» абиотические факторы (температура воды и pH) находились в пределах рекомендованного диапазона. Биотические факторы (плотность посадки, кормление) позволили достигнуть высоких показателей скорости роста и конечной массы рыб.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Брайнбалле Я. Руководство по аквакультуре в установках замкнутого водоснабжения. Копенгаген, 2010. 74 с.
2. Артеменков Д.В. Выращивание клариевого сома (*Clarias gariepinus*) в УЗВ на комбикормах с добавками пробиотика «Субтилис»: дис. ... канд. с.-х. наук. Москва, 2011. 193 с.
3. Купинский С.Б. Продукционные возможности объектов аквакультуры. Астрахань: ДФ АГТУ, 2007. 133 с.
4. Ковалёв К.В. Технологические аспекты выращивания клариевого сома (*Clarias gariepinus*) в рыболовной установке с замкнутым циклом водообеспечения (УЗВ): дис. ... канд. с.-х. наук. М, 2006. 132 с.

EVALUATION OF THE TEMP GROWTH OF CLARRIUM SOM IN RAS

Titarev Konstantin Aleksandrovich, Student
Khristalev Evgenij Ivanovich, Professor, PhD
Kurapova Tatiana Mikhaylovna, Associate Professor, PhD

Kaliningrad State Technical University, Kaliningrad, Russia,
e-mail: kost9_199494@mail.ru, eygeney chrustalev@klgtu.ru, tkurapova@inbox.ru

The purpose of this work is to study the rate of growth of the planting material of the clara catfish (grown at Baltptipsepom LLC) and commercial fish (grown in the pools of OOO Russkaia snail).

УДК 639.3

К ВОПРОСУ ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ПРАВДИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА (КАЛИНИНГРАДСКАЯ ОБЛАСТЬ) В ЦЕЛЯХ АКВАКУЛЬТУРЫ

Хайновский Константин Борисович, доцент, канд. биол. наук
Юсупова Динара Ильгизовна, магистр

ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет»,
Калининград, Россия, e-mail: chaynovski@rambler.ru, dinarij1986@mail.ru

Для проведения рыбоводно-биологической оценки и определения возможности использования водохранилища Правдинское в целях аквакультуры в 2017-2018 гг. были проведены исследования по изучению динамики гидрологических и гидрохимических показателей, а также показатели, отражающие уровень развития естественной кормовой базы. Результаты исследований позволили определить возможный вид товарной аквакультуры, видовой состав объектов рыбоводства, приёмную мощность водохранилища и рыбопродукцию для настбищной и садковой аквакультуры

Водоохранилище Правдинское расположено в южной части Калининградской области в Правдинском районе. Водоём является трансграничным с республикой Польша. Образовано водохранилище в 1921-1923 годах зарегулированием р. Алле (в настоящее время р. Лава) для строительства электростанции. В настоящее время длина водохранилища составляет около 300 км. В Российской части водоём вытянут в меридиональном направлении, имеет длину 11 км, площадью около 280 га. (рис. 1)

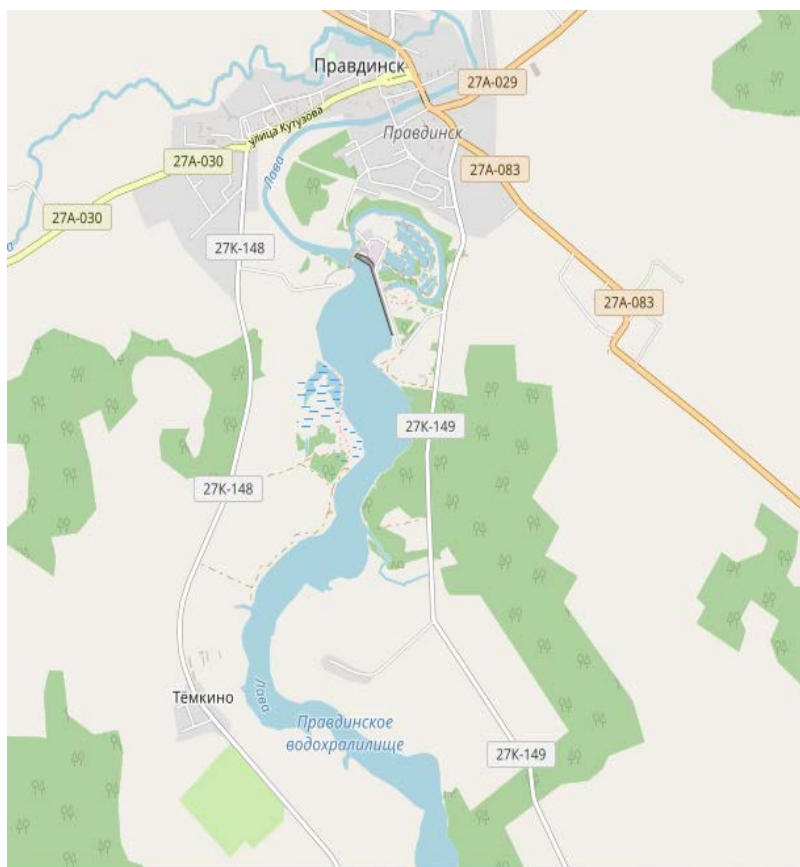


Рис. 1. Карта-схема Правдинского водохранилища [1]

В 2017-2018 гг. для проведения рыбоводно-биологической оценки и определения возможности использования водоёма в целях аквакультуры были проведены исследования по изучению динамики некоторых гидрологических и гидрохимических показателей, а также показатели, отражающие количественную и качественную характеристики зоопланктона и зообентоса, как уровень развития естественной кормовой базы. Результаты исследований позволили определить возможный вид товарной аквакультуры, видовой состав объектов рыбоводства, приёмную мощность водохранилища и рыбопродукцию для пастбищной и садковой аквакультуры.

Сбор материала осуществлялся на пяти биологических станциях. Периодичность отбора проб составляла раз в квартал.

Температуру воды и содержание растворенного в ней кислорода определяли с помощью OxuGuard, солёность воды - прибором HM Digital COM-100, прозрачность воды – диском Сэки, глубины – эхолотом Garmin GPSmap 421s, водородный показатель (рН) - стандартными тест-полосками. Гидрохимические показатели определялись в лаборатории ФГБНУ «АтлантНИРО».

Сбор и обработку гидробиологических проб (рис. 2) проводили по общепринятым методикам [2,3].



Рис. 2. Взятие проб зообентоса в Правдинском водохранилище (район городского пляжа)

Проточность определяли в сбросном канале ГЭС (рис. 3) поплавковым способом.



Рис. 3. Сбросной канал Правдинской ГЭС

Расчёт потенциальной и возможной рыбопродуктивности по зоопланктону и зообентосу производился через средние Р/В и кормовые коэффициенты [3,4].

Определение приёмной ёмкости экосистемы Правдинского водохранилища в зарыбляемой молоди ценных видов рыб производилась по формуле, предложенной О.А. Лейсом и А.Н. Задоемко [1973] с целью обоснования мероприятий по зарыблению водохранилищ юга России солоноватоводными креветками [5]. Для каждого пастбищного водоёма эта формула подвергается различным видоизменениям в зависимости от его абиотической и биотической среды. Экологическую ёмкость определяли по принципам Beveridge Malcolm С.М. [6] с использованием данных М. Оуэнса [7] по максимальной допустимой концентрации фосфора в воде водохранилища с учётом их морфометрических особенностей.

Ширина водохранилища находится в пределах 48-630 м. Минимальна ширина – в районе границы Российской Федерации с Республикой Польша, максимальная – в устьевой части водоёма, в районе ГЭС. Максимальные глубины располагаются по руслу реки ближе к устьевой части и составляют 6-12 м, минимальные -1-2 м на плёсовых участках реки, средние глубины водоёма составляют 3-4 м. Дно водохранилища выстилают супеси, покрытые илами, часто встречаются места, покрытые слоем пустых раковин двухстворчатых моллюсков (преимущественно дрейсены). Берега извилистые, встречаются как пологие, так и обрывистые участки. Пологие участки покрыты луговой растительностью, обрывистые – кустарником и смешанным лесом. В устьевом районе по левому берегу водохранилища находится сильно заболоченный участок.

Береговая линия водоёма заросшая. Максимальная ширина зарастания наблюдалась в июле на мелководных участках и составляла 10-40 м, минимальная 0,5-1 м на обрывистых участках берега. Средняя ширина зарастания берегов - 3-4 м. На глубинах 0,5-4 м растения располагаются поясами: пояс растений с погруженными листьями (рдесты, роголистник и др.), за ним к берегу - пояс с плавающими листьями (кубышка, кувшинка) и пояс воздушно-водных растений, представленных в основном тростником, рогозом, камышом и осокой.

Средние значения показателя прозрачности воды по биологическим станциям находились в пределах 70-80 см. Минимальный уровень прозрачности - 45 см, отмечался летом (июль), с увеличением уровня прозрачности до максимального значения 1,5 м в зимний период (февраль). Уровень проточности водоёма увеличивался в периоды паводка и половодья, максимальная проточность отмечена в апреле – 620 м³/мин, минимальная - в июле 350 м³/мин, при средней скорости потока воды в сбросном канале ГЭС 60 и 40 м/мин соответственно.

На рисунках 4-9 представлены динамика усреднённых значений по биологическим станциям: температуры воды, растворенного в воде кислорода и некоторых гидрохимических показателей в 2017 г.

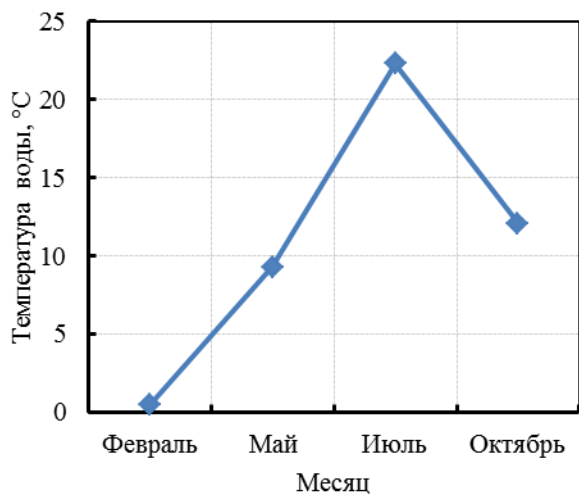


Рис. 4. Динамика температуры воды в Правдинском водохранилище

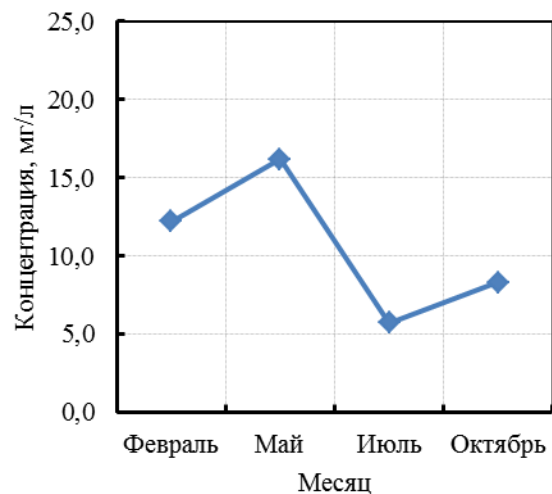


Рис. 5. Динамика концентрации растворенного в воде кислорода в Правдинском водохранилище

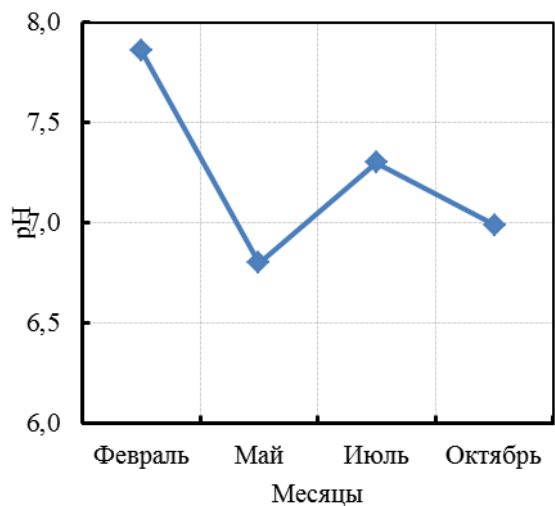


Рис. 6. Динамика pH воды в Правдинском водохранилище

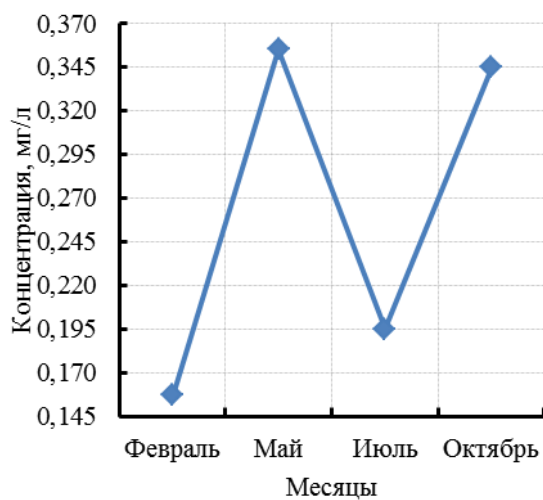


Рис. 7. Динамика концентрации общего железа в воде Правдинского водохранилища

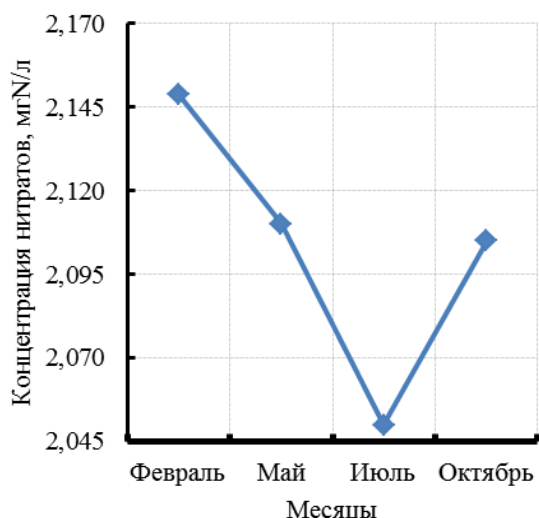


Рис. 8. Динамика концентрации нитратов в воде Правдинского водохранилища

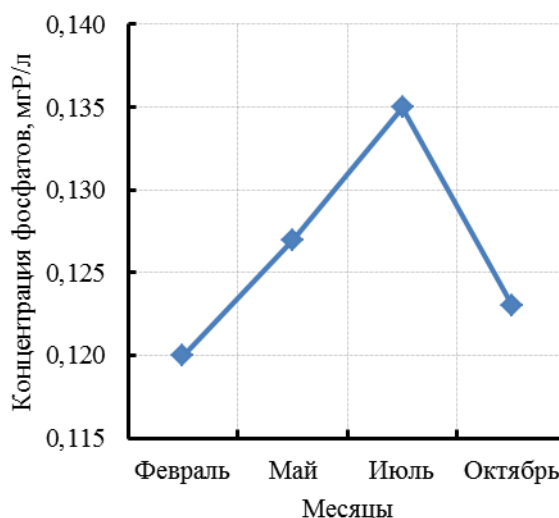


Рис. 9. Динамика концентрации фосфатов в воде Правдинского водохранилища

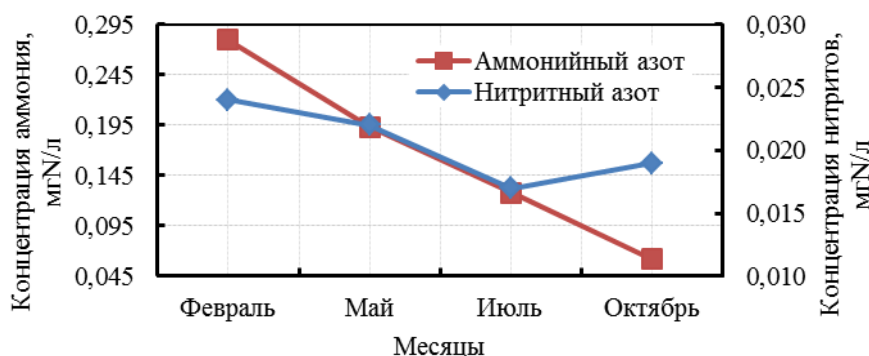


Рис. 10. Динамика концентрации нитратов и аммония в воде Правдинского водохранилища

По полученным результатам в 2017 г. воды Правдинского водохранилища можно рассматривать как умеренно чистые. Согласно ГОСТ 17.1.2.04-77 по исследованным показателям, водоём является олигосапробным, что соответствует категории чистых водоемов. В соответствии с нормативными показателями качества воды водных объектов рыбохозяйственного назначения рассматриваемый водоем соответствует требованиям для рыбоводных хозяйств, за исключением незначительного повышенного концентрации в воде железа.

По нашим исследованиям зоопланктон Правдинского водохранилища в 2017 г. был представлен 25 видами, характерными для этого водоёма [8,9].

В 2017 г., на исследуемых биологических станциях общие средние значения биомассы зоопланктона составило $0,8 \text{ г/м}^3$. Таким образом, по проведённым нами исследованиям показатель биомассы зоопланктона характеризует низкий уровень развития этого кормового ресурса, что, наряду с высоким уровнем прозрачности воды показывает на недостаточное развитие фитопланктона как кормовой базы для зоопланктона, что связано с недостатком в воде биогенных элементов или выеданием зоопланктона аборигенными видами ихтиофауны.

Биомасса зообентоса Правдинского водохранилища за исследовательский период составила $43,2 \text{ г/м}^2$ (из которых $21,7 \text{ г/м}^2$ – моллюски) с преобладанием в макрозо-

обентосе личинок хирономид, что позволяет судить о водохранилище, как о достаточно высококормном водоёме.

На основании полученных результатов нами была рассчитана примерная потенциальная величина рыбопродуктивности в отношении зоопланктона и зообентоса.

Для расчёта потенциальной продукции использовали Р/В-коэффициенты из литературных источников [3], а также: площадь зеркала водохранилища которая в вегетационный период, составляет 2,8 км² или 280 га с объёмом воды 14 млн. м³ и показатели средней биомасса зообентоса, зоопланктона (43,2 г/м² и 0,84 г/м³, соответственно) (таблица 1).

Таблица 1

Расчёт потенциальной рыбопродуктивности по естественной кормовой базе Правдинского водохранилища

Показатель	Единица измерения	Значения
Площадь зеркала водохранилища при НПУ	км ²	2,80
Полный статический объем водохранилища при НПУ	млн м ³	14,0
Зоопланктон		
Средняя биомасса	г/м ³	0,84
Кормовой коэффициент	ед.	10
Рыбопродуктивность	кг/га	31,5
Зообентос		
Средняя биомасса	г/м ²	43,2
Кормовой коэффициент	ед.	6
Рыбопродуктивность	кг/га	25,2
Общая (расчётная) рыбопродуктивность	кг/га	56,4
Суммарная величина рыбопродукции	т	15,876

Потенциальная продукция рыб за счёт использования биомассы зообентоса составила – 7,056 т или 25,2 кг/га. Потенциальная продукция рыб за счёт использования биомассы зоопланктона составляет 8,82 т или 31,5 кг/га. Суммарная величина ежегодной продукции рыбы Правдинского водохранилища по нашим расчётам, может составить около 16 т.

Исходя из расчётной потенциальной рыбопродукции водоёме, возможная добыча водных биоресурсов на Правдинском водохранилище при 50 % изъятии может составить 8 т в год.

Таким образом, по нашему мнению, только что за счёт зоопланктона и зообентоса (естественной кормовой базы) можно достичь внушительных результатов в отношении величины рыбопродукции. Более того, вводя в рыбохозяйственный оборот планктофагов и бентофагов, рыб-биомелиораторов, являющихся хищниками (щука, судак) и растительноядных (белый амур и толстолобик), будет наиболее полно использоваться естественная кормовая база водохранилища и, соответственно, повышаться величина рыбопродуктивности.

Для увеличения рыбопродуктивности водохранилища и расширения его видового состава посредством ввода в рыбохозяйственный оборот ценных видов рыб, целесообразными являются мероприятия, ориентир которых направлен на зарыбление водохранилища видами, широко используемых в пастбищной аквакультуре – пеляди, сазана, судака, щуки и стерляди. Это станет предпосылкой для развития на водохранилище

пастбищной аквакультуры. В связи с этим, нами была определена приёмная ёмкость экосистемы водохранилища в зарыбляемом посадочном материале указанных объектов (таблица 2).

Таблица 2

Приёмная ёмкость Правдинского водохранилища во вселяемой молоди ценных видов рыб

Виды рыб, зарыбляемые в водоём	Показатель приёмной ёмкости	Рекомендуемая плотность посадки, шт./га	Масса и возраст зарыбляемого материала	Приёмная ёмкость во вселяемой молоди, шт.
Пелядь	0,9	20	личинка массой более 40 мг	5 600
Щука	0,29	40	мальки массой 1,0 – 1,5 г	11 200
Стерлядь	0,014	60	сеголетки массой 10 г	16 800
Судак	0,0008	60	молодь массой 5 г	16 800
Сазан	0,003	60	годовики массой 20 г	16 800

По нашим расчётам, учитывая установленные показатели величины приёмной ёмкости, для зарыбления Правдинского водохранилища потребуется: 5 600 шт. личинок пеляди, 11 200 шт. мальков щуки, сеголетков стерляди, молоди судака и годовиков сазана – по 16 800 шт., соответственно. Принимая пониженный усреднённый по всем объектам промвозврат в 20% и ориентировочную товарную массу рыб - 1,0 кг, при регулярном зарыблении можно получать более 13 т товарной продукции.

Для более широкого использования естественной кормовой базы нами рекомендуется дополнительное вселение в водоём растительноядных видов рыб.

В 2017 г. исследования по определению продукции фитопланктона и объёма высшей водной растительности нами не проводилось, но, тем не менее, с целью рационального использования этой части биоценоза нами рекомендуется в качестве дополнительных объектов зарыбления использовать годовиков белого толстолобика и белого амура средней массой 20 г, с установленной плотностью посадки около по 20 шт./га каждого вида.

Также следует уделить особое внимание рыбам-детритофагам, использующим в качестве пищи отмершую органику – детрит. По данным ряда авторов, основными представителями, предпочитающими в качестве пищи детрит, являются линь и серебряный карась, которые по численности и биомассе в видовой структуре ихтиоценозов Правдинского водохранилища занимают весьма скудное положение (менее 1 %) и в видовой структуре рыбного сообщества водохранилища их относят к группе «прочие» [10]. Данное обстоятельство навязчиво указывает на факт недоиспользования такого кормового ресурса как детрит, что является весьма очевидным. В этом случае целесообразным будут являться мероприятия, ориентированные на проведение зарыбления водохранилища годовиками линя и серебряного карася, с установленной плотностью посадки для линя 60 шт./га, для карася – 200 шт./га. Зарыбление растительноядными и дейтротоядными рыбами позволит, по нашему мнению, увеличить рыбопродукцию водохранилища на величину около 20 т.

Таким образом, можно с уверенностью заключить, что рекомендуемый комплекс мероприятий, ориентированный на зарыбление водохранилища представленными выше ценными видами рыб, отразится, несомненно, на рыбопродуктивности в сторону увеличения и, более того, восполнит естественные запасы линя и уменьшит эвтрофикацию водоёма.

В итоге общая рыбопродукция для Правдинского водохранилища при использовании его в целях пастбищной аквакультуры может составлять около 41 т в год.

Учитывая гидрологические и гидрохимические условия Правдинского водохранилища данный водоём можно рекомендовать к использованию для индустриальной (садковой) аквакультуры.

Важнейшей предпосылкой успешной работы и развития садковых рыбоводных хозяйств является установление экологической ёмкости конкретного водоёма для выращивания рыбы в садках. С нашей точки зрения оптимальным является расчёт допустимой мощности садкового хозяйства по допустимому поступлению от садков загрязнений –биогенных элементов – фосфора или азота [11].

По нашим данным, в Правдинском водохранилище основным элементом, лимитирующим развитие водной экосистемы, является фосфор. Об этом свидетельствует регулярное пониженное в воде водохранилища в летний период соединений общего фосфора и повышенное содержание минерального азота. Поэтому в качестве лимитирующего показателя мы использовали не азот, а сумму неорганического (фосфатного) фосфора.

По нашим данным, максимальная концентрация общего неорганического фосфора в воде водохранилища в 2017 г. составляла около 0,135 мгР/дм³.

Экологически допустимая концентрация фосфора в воде Правдинского водохранилища может составлять, с учётом его морфометрических характеристик, по данным М. Оуэнса, [1977], 0,800 мгР/дм³ [12]. Отсюда экологически допустимый прирост концентрации фосфора в водохранилище: $0,800 - 0,135 = 0,66$ мгР/дм³.

Однако, используя предосторожный подход и концентрацию фосфора равную 0,5 мгР/дм³, рекомендованную для рыбоводных прудов [12] допустимый прирост концентрации фосфора в воде водохранилища составит 0,36 мгР/дм³.

При среднем годовом объёме Правдинского водохранилища 14,0 млн м³ и допустимом приросте фосфора до 0,36 мгР/дм³ среднее общее количество неорганического фосфора, которое можно внести с отходами садкового рыбоводства, может составлять около 5,1 т.

По данным Н.В. Старко [2013], при выращивании в садках 1 т рыбы в водный объект попадает около 31,5 кг фосфора [11]. Таким образом, экологическая ёмкость Правдинского водохранилища для садкового рыбоводства может достигать 162 т. Полученная цифра относится к продукции рыбы, выращенной с использованием искусственных кормосмесей.

Таким образом, по нашему мнению, при использовании Правдинского водохранилища в целях товарной аквакультуры рыбоводная продукция может достигать: при пастбищной аквакультуре – 41 т, а при садковой – 162 т в год.

Конечно, данная величина рыбопродукции является условной и возможно весьма спорной и поэтому требует корректировки при проведении дальнейших регулярных исследований водоёма.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Правдинское водохранилище (Калининградская область) на карте // Электрон. дан. Режим доступа URL: http://mapsoid.ru/publ/geografija_mira/vodnye_obekty/pravdinskoe_vodokhranilishhe_na_karte/34-1-0-3340 (дата обращения: 20.06.2018).

2. Методика изучения биоценозов внутренних водоёмов / под ред. Ф.Д. Мордухай-Болтовского. М.: Наука, 1975. 240 с.

3. Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоемах. Задачи и методы изучения использования кормовой базы рыбой. – Л.: Изд-во ГосНИОРХ, 1984. 19 с.
4. Бурдиян Б.Г., Мухачёв И.С. Выращивание товарной рыбы в озерах. М.: Пищевая промышленность, 1975. 64 с.
5. Лейс О.А., И.Н. Задоевко. Приемная емкость экосистем для понто-каспийских ракообразных и расчет плотности их посадки // Рыбное хозяйство. 1973. № 3. С. 27 – 29.
6. Beveridge Malcolm C.M. Cage and pen farming. Carrying capacity models and environmental impact // FAO. Fish. Techn. Rep. 1984. № 255. 131 p.
7. Оуэнс М. Биогенные элементы, их источники и роль в речных системах // Научные основы контроля качества поверхностных вод по гидробиологическим показателям. Л.: Гидрометеиздат, 1977. С. 54 – 64.
8. Цыбалева Г.А. Зоопланктон и зообентос Правдинского водохранилища (по данным 1979 г.) // Состояние кормовой базы и питание рыб во внутренних водоемах: сб. науч. тр. / Калининградский техн. ин-т рыбной пром-ти и хоз-ва. 1981. Вып. 173. С. 56 – 63.
9. Чечко В.А., Кулешов А.Ф., Кудрявцев Н.Г. Обследование состояния вод и рекомендации по пространственной сети мониторинга реки Лавы (Калининградская область) // Ученые записки РГО. Калининград: КГУ, 2003. С. 111 – 116.
10. Алдушина Ю.К., Барановский П.Н., Лончук Е.Н. Рыбные сообщества каскада водохранилищ на реке Лаве Калининградской области // Водные биоресурсы, аквакультура и экология водоемов: тр. науч. конф. Калининград: ФГБОУ ВО «КГТУ», 2017. С. 7 – 11.
11. Старко Н.В. Расчет экологической емкости водоемов-охладителей для садкового рыбоводства // Рыбохозяйственная наука Украины. 2016. № 4. С. 35 – 41.
12. Рыбоводство. Удобрение рыбоводных прудов. // Электрон. дан. Режим доступа URL: <http://ribovodstvo.com/books/item/f00/s00/z0000014/st111.shtml> (дата обращения: 25.06.2018).

USING PRAVDINSK WATER-STORAGE RESERVOIR (KALININGRAD REGION) FOR AQUACULTURE

Khainovsky Konstantin Borisovich, PhD in biological sciences, associate professor
Yusupova Dinara Ilgizovna, master degree holder

Kaliningrad State Technical University, Kaliningrad, Russia,
e-mail: chaynovski@rambler.ru, dinarij1986@mail.ru

In order to conduct a fish-biological assessment and outline a possibility of using Pravdinsk water-storage reservoir for aquaculture purposes, a number of studies were carried out in 2017-2018 to research the dynamics of hydrological and hydrochemical indicators, as well as indicators reflecting the level of development of the natural forage reserve. The results of the research allowed us to determine a possible type of commercial aquaculture, species composition of fish farming facilities, the receiving capacity of the reservoir and fish products for pasture and cage aquaculture.

РЕЗУЛЬТАТЫ ВЫРАЩИВАНИЯ РАЗНОВОЗРАСТНОЙ СТЕРЛЯДИ В УЗВ

Хрусталеv Евгений Иванович, профессор, канд. биол. наук
Курапова Татьяна Михайловна, доцент, канд. биол. наук

ФГБОУ ВО «КГТУ», Калининград, Россия, e-mail: eugeney chrustalev@klgtu.ru,
tkurapova@inbox.ru

Целью данных исследований было изучение биотехнических особенностей выращивания двухлетков и трехлетков стерляди в установках замкнутого водоснабжения, а также определение оптимальных характеристик биотехнического процесса при выращивании разновозрастной молоди стерляди в УЗВ. Установлены оптимальные абиотические (концентрация растворенного в воде кислорода и температура воды) и биотические факторы (темп роста и кормовые затраты)

Введение

Увеличение производства рыбы традиционными методами, основанными преимущественно на экстенсивном использовании природных ресурсов, имеет определенные ограничения. В связи с этим актуальным является развитие индустриальных хозяйств, функционирующих на основе интенсивных технологий. Последнее особенно касается рыбоводных систем с замкнутым циклом водообеспечения, позволяющих осуществлять круглогодичное выращивание любых объектов аквакультуры вне зависимости от климатических условий месторасположения хозяйств при одновременном достижении максимальных показателей роста и продуктивности на фоне сбережения водных ресурсов и обеспечения экологической чистоты производственного процесса. Популярность стерляди как объекта выращивания в установках с замкнутым циклом водообеспечения объясняется высокой ростовой потенцией в первые годы жизни, а также ранними сроками созревания [1].

Материал и методы

Сбор материала проводили на предприятии ООО «ТПК Балтптицепром». Предприятие ООО «ТПК Балтптицепром» расположено в поселке А. Космодемьянского, г.Калининграда. Объектом исследования служили двухлетки и трехлетки стерляди. Данные были собраны по двухлеткам из пяти установок (№ 3, 5, 6, 8, 9), общее количество бассейнов составило 17 шт, по трехлеткам из установки № 2, общее количество бассейнов – 6 шт. Ежедневно регистрировались показатели концентрации кислорода и температуры воды.

Для оценки роста использовали формулу общего продукционного коэффициента массонакопления [2]. Весь собранный в ходе работ материал обрабатывался статистически.

Результаты

Оценивая гидрологические показатели в бассейнах рыбоводных установок, можно отметить что, в целом, они находились в диапазоне оптимальных значений (рис.1 и 2).

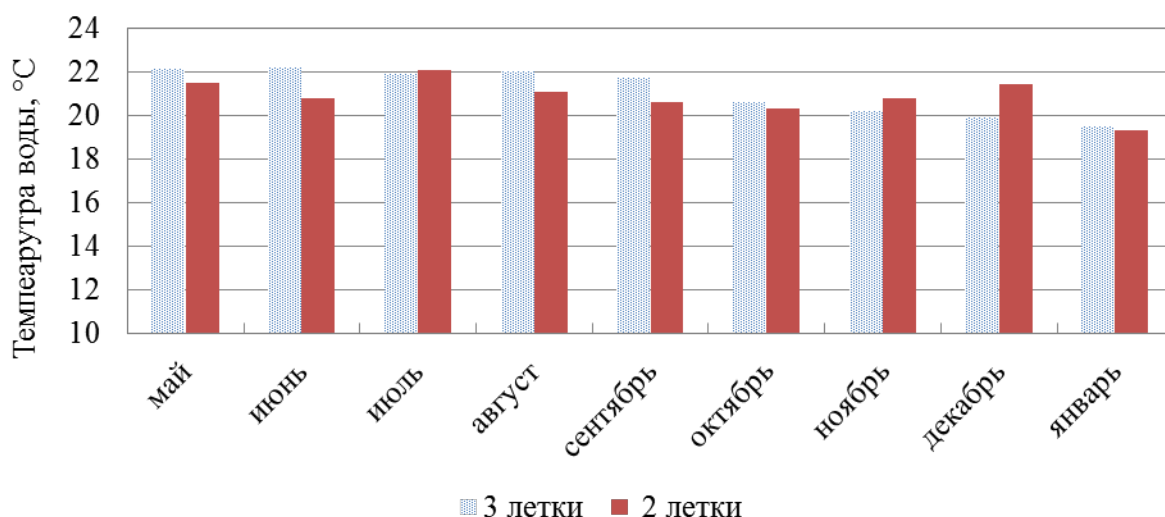


Рис. 1. Изменение температуры воды при выращивании двухлетков и трехлетков стерляди

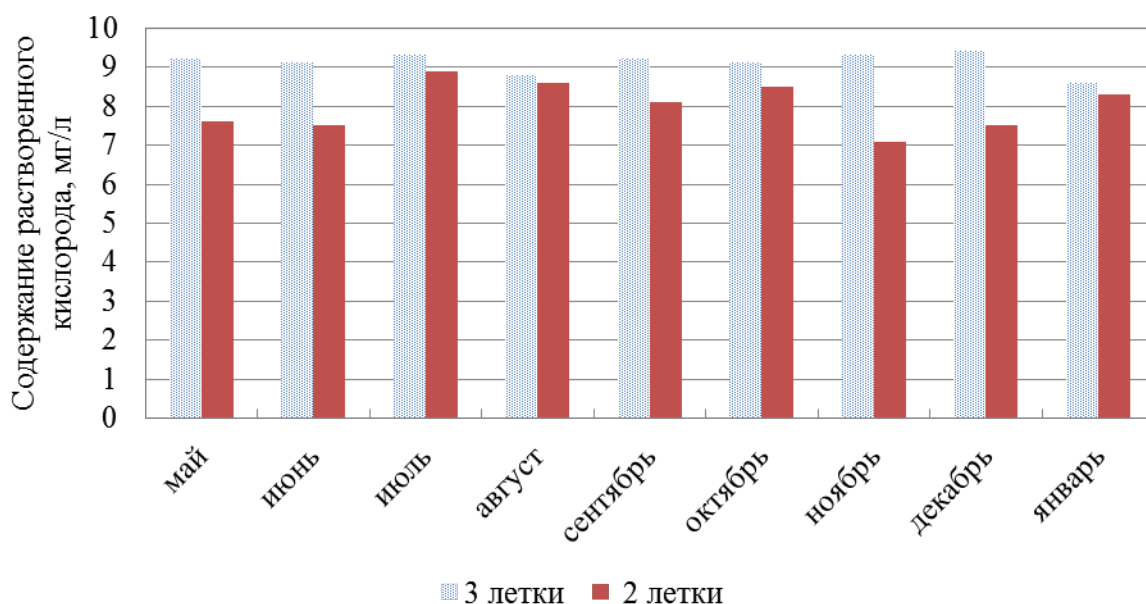


Рис. 2. Изменение содержания растворенного кислорода в воде бассейнов при выращивании двух- и трехлетков стерляди

По данным рисунка 1 и 2 видно, что средняя температура воды за весь период выращивания в бассейнах для двухлетков была 20,87, а для трехлетков 21,12 °С. Концентрация растворенного в воде кислорода при выращивании трехлетков в среднем составляла 9,02, а двухлетков 8,01 мг/мл, что соответствовало нормативным значениям [3].

*Оценка скорости роста двухлетков и трехлетков стерляди.
Двухлетки.*

Двухлетков стерляди выращивали в бассейнах при плотности посадки 200 шт/м³, отход за весь период выращивания колебался от 85,4 до 83,4%. В установке №3 товарную стерлядь выращивали в двух бассейнах, начальная масса колебалась от 600 г

до 650 г. В установке №5 двухлетков стерляди выращивали в 6 бассейнах. Изначально рыба заметно отличалась по массе тела, поэтому были сформированы 3 размерно-весовых группы:

- крупные, имевшие среднюю массу 800 г (бассейн 6),
- средние, масса тела 650 – 700 (бассейны 3 – 5),
- мелкие, имевшие среднюю массу тела 600 – 640 г (бассейны 1 – 2).

В установках № 6 и 9 средняя масса тела рыбы была около 500 г. В установке № 8 двухлетков стерляди выращивали в 6 бассейнах. Изначально рыба отличалась по массе тела, поэтому, так же как и для установки № 5 были сформированы 3 размерные группы:

- крупные, имевшие среднюю массу 650 г (бассейн № 6),
- средние, масса тела 600г (бассейн № 1),
- мелкие, имевшие среднюю массу тела 400 г (бассейны № 2 – 5).

В течение всего периода выращивания проводили контрольные взвешивания, по результатам которых определяли среднюю массу. К декабрю года двухлетки стерляди в среднем увеличили массу до 900 – 1167 г.

Рассматривая конечные значения по скорости роста можно отметить, что минимальные значения были отмечены в установке №5, величина значения коэффициента массонакопления за сезон во всех размерных группах составила 0,09. Максимальные значения коэффициента массонакопления у двухлетков стерляди отмечали в бассейнах установки №6 – 0,16 (рисунок 3) [4].

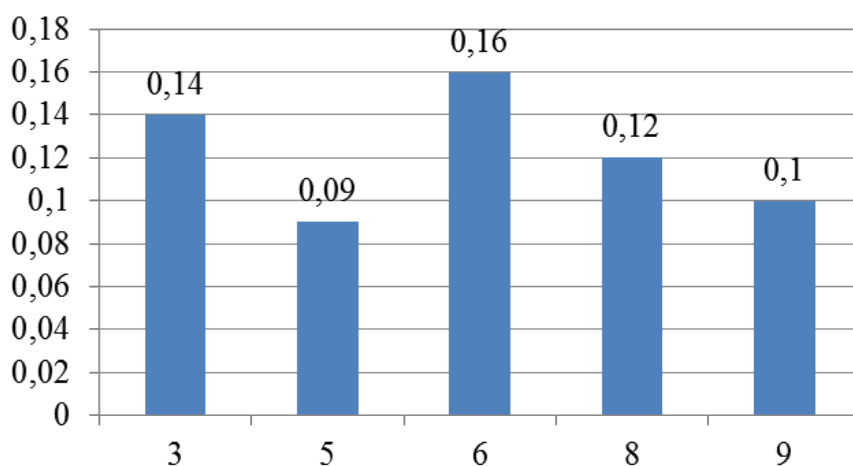


Рис. 3. Коэффициент массонакопления у двухлетков стерляди из различных установок

Трехлетки.

Для выращивания трехлетков использовали 6 бассейнов из установки № 2. Вся выращиваемая рыба в начале сезона была разделена на 3 размерные группы – мелкая, средняя и крупная. Стерлядь из мелкой группы в начале исследований имела массу 500 г, а к концу достигла массы 1350 г. Средняя группа была представлена рыбами, имевшими начальную массу тела 1000 г, а к концу периода выращивания стерлядь из этой группы достигла массы свыше 1610 г. Крупная группа стерляди состояла из рыб имевших среднюю начальную массу около 1300 г, к концу периода выращивания рыбы достигли массы 1945 г, соответственно (рисунок 4).

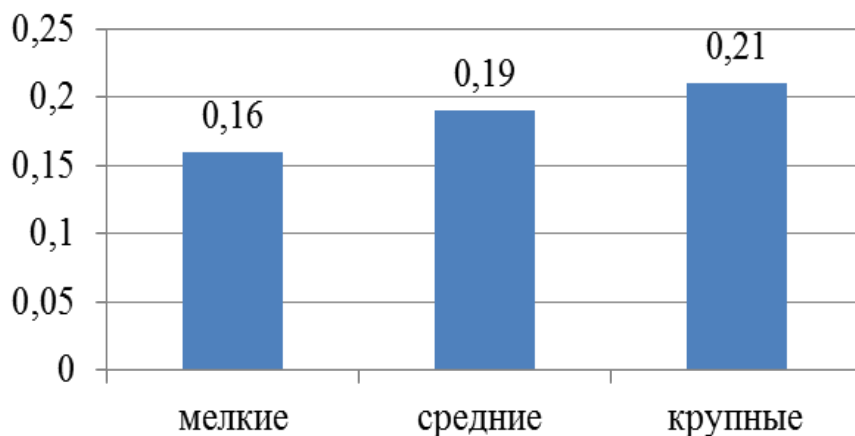


Рис. 4. Коэффициент массонакопления у трехлетков стерляди

Кормление двухлетков и трехлетков стерляди проводили кормом Aller Bronze. На основании количества затраченного корма и прироста массы тела был рассчитан кормовой коэффициент в каждой из установок и для каждого возраста стерляди. Если сравнивать полученные результаты с литературными данными, то следует отметить, что кормовой коэффициент при выращивании двухлетков стерляди находился в рекомендованном диапазоне – 2,5 – 3,0 (рисунок 5) [4].

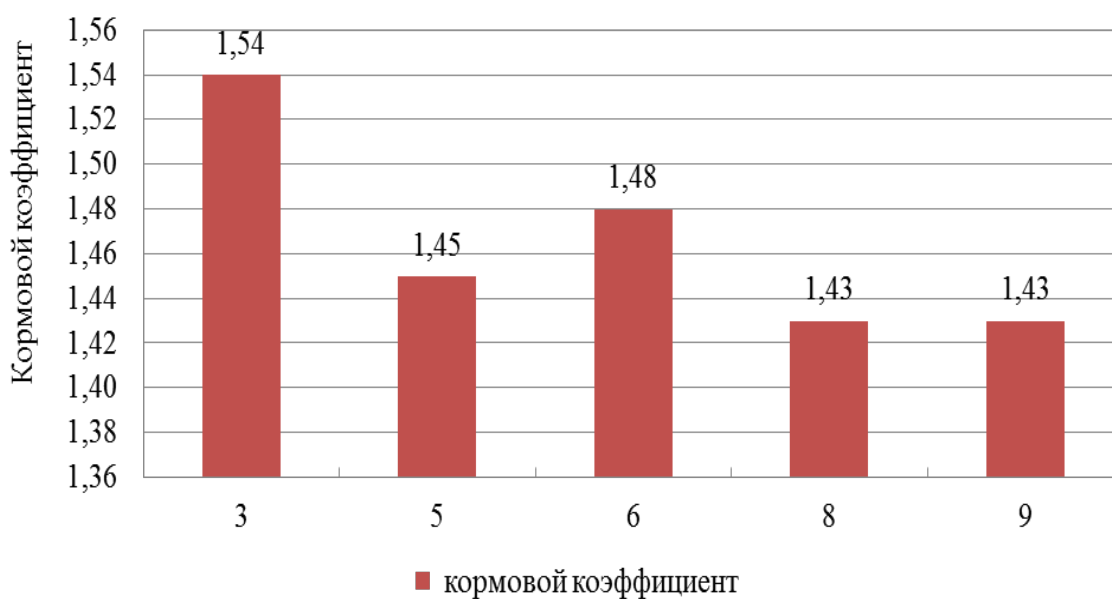


Рис. 5. Изменение кормового коэффициента у двухлетков стерляди

Сравнивая данные по величине кормового коэффициента у трехлетков стерляди можно отметить, что этот показатель изменялся от 1,72 (в группе мелких рыб) до 1,92 (в группе крупных рыб), что также было в пределах рекомендованных значений (рисунок 6) [4].

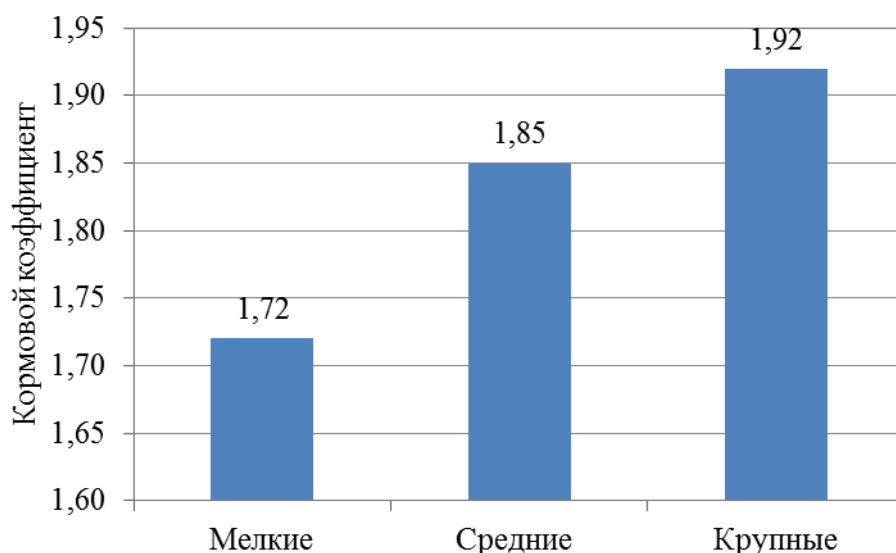


Рис. 6. Изменение кормового коэффициента у трехлетков стерляди

Заключение

Если оценивать эффективность биотехники выращивания двухлетков стерляди на ООО ТПК «Балтптицепром» по темпу роста и кормовому коэффициенту, то можно отметить, что при выращивании двухлетков стерляди отмечается высокий темп роста и кормовые затраты в пределах нормативных значений, что свидетельствует о высокой эффективности применяемой биотехники [5].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Хрусталеv Е.И., Хайновский К.Б. Индустриальное рыбоводство: учебное пособие. Калининград: КГТУ, 2006. 340 с.
2. Купинский С.Б. Продукционные возможности объектов аквакультуры. Астрахань: ДФ АГТУ, 2007. 133 с.
3. Пономарев С.В., Иванов Д.И. Осетроводство на интенсивной основе: учебник. М.: Колос, 2009. 312 с.
4. Хрусталеv Е.И., Головтеев А.В. Патент на изобретение "Способ выращивания товарной стерляди. № 2496314 RU. Заявлено 20.02.2012; Опубл. 27.10.2013.

RESULTS OF CULTIVATION OF THE ANCIENT STERLED IN UZB

Khristalev Evgenij Ivanovich, Professor, PhD
Kurapova Tatiana Mikhaylovna, Associate Professor, PhD

Kaliningrad State Technical University, Kaliningrad, Russia,
e-mail: eygeney chrustalev@klgtu.ru, tkurapova@inbox.ru

The purpose of these studies was to study the biotechnical features of growing two-year-olds and three-year-old sterlets in closed water supply systems, as well as to determine the optimal characteristics of the biotechnical process in growing uneven-aged sterlet juve-

niles in the USV. Optimal abiotic (concentration of dissolved oxygen in water and water temperature) and biotic factors (growth rate and feed costs) were established.

УДК 639.3

РЕАЛИЗАЦИЯ НА ПРАКТИКЕ РАСЧЕТНОЙ МОДЕЛИ РОСТА УГРЯ (ANGUILLA ANGUILLA L.) В УЗВ

Хрусталеv Евгений Иванович, профессор, д-р биол. наук кафедры аквакультуры
Молчанова Ксения Андреевна, ведущий инженер кафедры аквакультуры
Гончаренко Ольга Евгеньевна, доцент, канд. биол. наук кафедры аквакультуры

ФГБОУ ВО «КГТУ», Калининград, Россия, e-mail: evgenij.hrustalev@klgtu.ru,
kseniya.elfimova@klgtu.ru, olga.goncharenok@klgtu.ru

При выращивании европейского угря в УЗВ выделяются по скорости роста три группы рыб. Первая с опережающим ростом, вторая – со средними размерными параметрами, третья – отстающие в росте. К возрасту 12 мес. угорь в первых двух группах достигает стандарта товарной массы (150-250 г). К возрасту 22 мес. только 4,2 % рыб имеют размеры меньше товарной кондиции. По скорости роста к предложенной модели близок угорь из первой и второй размерных групп

Введение

Целесообразность развития товарного угреводства объясняется не только востребованностью угря на потребительском рынке в условиях произошедшего в последние 40 лет резкого уменьшения численности природных популяций и, как следствие, объемов промысла во всех частях ареала [1, 2, 3]. Товарное выращивание угря в условиях проведения мероприятий по восстановлению природных популяций позволяет в наиболее сжатые сроки компенсировать потери угревой продукции на традиционных потребительских рынках [4]. Но в этом документе оговорены жесткие ограничения на использование стекловидного угря для товарного выращивания. Поэтому, важно, на технологическом уровне добиваться максимальной эффективности в реализации у угря ростовой и адаптогенной потенции.

В соответствии с этим в нашем исследовании была поставлена цель оценить степень реализации ростовой потенции у угря в конкретных условиях промышленной УЗВ при сопоставлении с разработанной моделью роста угря [3].

Материал и методы

Исследования проводили в 2015 – 2016 гг. на базе промышленной УЗВ, в составе которых были 6 бассейнов размером 3,5×2,2×1,2 м с уровнем воды 0,5 – 0,7 м и однократным водообменом, «треугольный» механический фильтр, два биофильтра с неорганизованной загрузкой гранулированного полиэтилена, дегазатор, оксигенатор и ультрафиолетовое устройство. Оценка роста угря проводили по достижении возраста

12, 18 и 22 мес. Плотность посадки на первом этапе выращивания с учетом роста рыб и проводимых сортировок изменялась в диапазоне значений 0,5 – 1,2 тыс. шт/м³. На последующих 0,3 – 0,4 тыс. шт/м³. Кормление угря проводили кормом Aller Trident, придерживаясь апробированных ранее суточных доз корма [3, 5, 6].

Результаты

В соответствии с предложенным алгоритмом средняя скорость на этапах выращивания, определяемая величиной коэффициента массонакопления [7], составляла 0,04 [3]. В соответствии с этим в возрасте 12 мес с момента посадки стекловидной личинки угря на карантин средняя масса рыб должна составлять 125 г, в возрасте 18 мес – 400 г, в возрасте 22 мес – 700 г.

Результаты настоящего исследования показали, что в конкретных условиях выращивания, определяемых температурой воды (25 – 26,5 °С), содержанием растворенного в воде кислорода (8 – 11 мг/л), величиной водородного показателя (6,6 – 7,2), концентрацией нитритов (0,22 – 0,52 мг/л), вероятны отклонения в скорости роста и достигаемой массе угря от расчетной модели.

Так, в возрасте 12 мес средняя масса угря составила 191,2 г. В том числе в группе крупных рыб 311,0 г, среднеразмерных – 169,0 г, в группе рыб, отстающих в росте, – 40,0 г.

Можно признать, что в первых двух группах угорь достиг средней товарной массы (150 – 250 г), принятой в Европе [8]. В возрасте 18 мес средняя масса угря составила 428,4 г. По группам, соответственно, 650,0 г, 330,0 г и 58,0 г. В возрасте 22 мес средняя масса угря - 713,6 г, по группам: 974,0 г, 653,0 г и 126,0 г, соответственно. На всех этапах выращивания средняя масса рыб превышала расчетные показатели. Поэтому можно признать, что условия выращивания обеспечивали раскрытие ростовой потенции угря на высоком уровне. Это подтверждает также структура популяции товарного угря в возрасте 22 мес:

- рыбы массой более 1000 г составили 29,2 %;
- рыбы массой 800 г составили 33,3 %;
- рыбы массой 200 – 700 г составили 33,3 %;
- рыбы массой более 40 – 100 г составили 4,2 %.

Доля рыб, которые имеют массу меньше весового стандарта, составила всего 4,2 %.

Несоответствия расчетной модели роста было отмечено при анализе данных, отражающих изменение величины коэффициента массонакопления (рисунок 1).

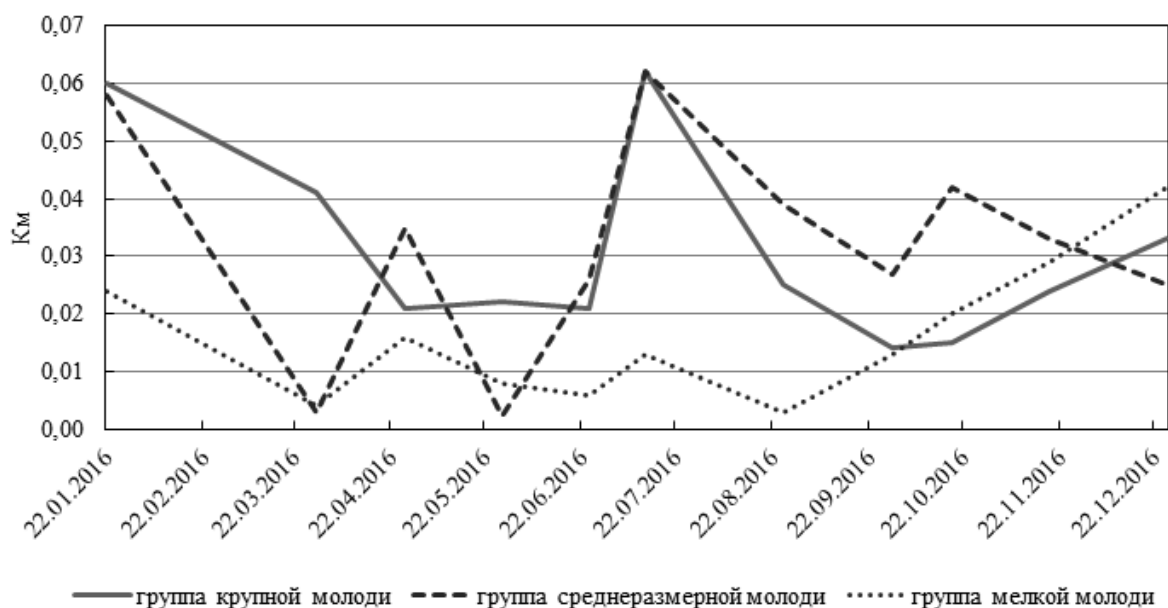


Рис. 1. Изменение величины коэффициента массонакопления (K_m) при выращивании угря на втором этапе

В группе крупных, с опережающим ростом рыб, на отдельных этапах выращивания значения показателя были выше 0,1 ($K_m = 0,105$). В целом, на двух выделенных последовательных этапах выращивания, именно, для этой группы угря отмечены максимальные значения K_m : 0,105 и 0,062. Больше была средняя величина K_m на трех этапах выращивания также в этой группе рыб в возрасте 12, 18 и 22 мес: 0,061; 0,033 и 0,041, соответственно. В группе рыб со средней скоростью роста рыб 0,048; 0,024 и 0,039, соответственно. Самая низкая скорость роста была в группе рыб, отстающих в росте: 0,026; 0,008 и 0,021, соответственно.

Общей для всех групп является тенденция снижения скорости роста угря с возрастом. В целом, за 540 сут товарного выращивания средняя величина K_m в первой группе составила 0,041, во второй – 0,039, в третьей – 0,021.

Заключение

Таким образом, можно признать, что к предложенному алгоритму роста угря в УЗВ близки результаты выращивания угря с опережающей и средней скоростью роста. Доля таких рыб в составе популяции близка к 95 %, что позволяет оценивать перспективу угря как объекта выращивания в УЗВ. Выигрышность его как объекта товарного выращивания очевидна на фоне наличия в составе таких массовых объектов товарного выращивания как: стерлядь, клариевый сом, радужная форель, отстающих в росте рыб в количестве не менее 30 % [9, 10].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. New unit sustains eel stock // Fish Farmer, 1998. №1. P. 28-29.
2. Council Regulation measures for the recovery of the stock of European Eel. Brussels: Commission of the European Communities, 2005. 11 p.
3. Хрусталеv Е.И. Биологические и технологические основы угреводства. Олштын: Солярис Друк, 2013. 395 с.
4. Draft report on the stock of European Eel // European Parliament. Committee on Fisheries, 2005. PR/599252 En. doc. 11 p.

5. Пекарскайте В.В., Хрусталеv Е.И. Биотехнические особенности выращивания угря в УЗВ // Современное состояние биоресурсов внутренних водоемов и пути их рационального использования: Материалы докладов Всероссийской конференции с международным участием, посвященной 85-летию Татарского отделения ГОСНИОРХ (Казань, 24-29 октября 2016 г.). Казань: ФГБНУ «ГосНИОРХ», 2016. С. 841-847.
6. Хрусталеv Е.И., Молчанова К.А., Пекарскайте В.В. Оценка эффективности выращивания угря в установке замкнутого водоиспользования // Воронеж: Научно-теоретический журнал "Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания", 2017, № 5(19). С. 59-63.
7. Купинский С.Б. Продукционные возможности объектов аквакультуры / С.Б. Купинский. Астрахань: ДФ АГТУ, 2007. 142 с.
8. European eel production / Fish Farmer, 1999. V. 13. № 1. 30 p.
9. Хрусталеv Е.И., Хайновский К.Б. Индустриальное рыбоводство. Калининград: КГТУ, 2006. 339 с.
10. Современные проблемы и перспективы развития аквакультуры / Е.И. Хрусталеv, Т.М. Курапова, О.Е. Гончаренко, К.А. Молчанова // СПб.: Лань, 2017. 417 с.

PRACTICING IN THE PRACTICE OF THE CALCULATION MODEL OF EEL GROWTH (ANGUILLA ANGUILLA L.) IN THE RAS

Khrustalev Evgenij Ivanovich, PhD of biological sciences, Professor of Department Aquaculture

Molchanova Kseniia Andreevna, The leading engineer of Department Aquaculture
Goncharenok Olga Evgenjevna, PhD of biological sciences, Associate Professor of Department Aquaculture

Kaliningrad State Technical University, Kaliningrad, Russia,
e-mail: evgenij.hrustalev@klgtu.ru, kseniya.elfimova@klgtu.ru,
olga.goncharenok@klgtu.ru

When growing the European eel in the RAS, three groups of fish are distinguished by their growth rate. The first with the advancing growth, the second - with average dimensional parameters, the third - lagging behind in growth. By the age of 12 months, acne in the first two groups reaches the standard of marketable weight (150-250 g). By the age of 22 months only 4.2 % of fish are smaller than the commodity condition. According to the growth rate, the eel from the first and second dimensional groups is close to the proposed growth model.

СЕКЦИЯ «БИОЛОГИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ ВОДОЕМОВ» SECTION "AQUATIC BIORESOURCES"

УДК 597.2.5:574.3

ЭКОЛОГИЯ ОБЫКНОВЕННОГО ЕЛЬЦА, ЯЗЯ, ГОЛАВЛЯ И ВОЛЖСКОГО ПОДУСТА В МАЛЫХ РЕКАХ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН

Аськеев Артур Олегович, младший научный сотрудник, аспирант
Аськеев Олег Васильевич, заведующий лабораторией, канд. биол. наук
Аськеев Игорь Васильевич, старший научный сотрудник, канд. биол. наук

ГНБУ Академия наук Республики Татарстан, Институт проблем экологии
и недропользования, г. Казань, Россия. e-mail: Art.regulus@mail.ru

Приводятся результаты исследования по встречаемости и численности обыкновенного ельца, язя, голавля и волжского подуста в реках Республики Татарстан. Мы проанализировали предпочтения обыкновенного ельца, язя, голавля и волжского подуста к различным факторам окружающей среды. Впервые для Восточной Европы выявлены точки оптимума и ширина экологической ниши для четырех видов рыб по шести факторам окружающей среды

Введение

Одной из самых главных проблем ихтиологии в современный период является вопрос влияния абиотических переменных на ихтиоценозы и их составляющие в малых и средних реках. Видовой состав, распределение, встречаемость, численность и экология рыб во многом зависит от современных условий среды [1, 2]. Значения многих факторов среды, таких как высота над уровнем моря, скорость течения, субстрат дна, ширина, глубина и длина реки влияют на частоту встречаемости и численность рыб в водотоках [3, 4, 5]. Знание экологических переменных биоценоза, таких как встречаемость, численность и биомасса важно для понимания функциональной роли биоты в экосистемах. Эти параметры можно использовать для биоиндикации состояния водных экосистем. Помимо этого, такая информация необходима для рационального использования и охраны биологических ресурсов.

Выбранные нами виды рыб: обыкновенный елец - *Leuciscus leuciscus*, язь - *Leuciscus idus*, голавль - *Squalius cephalus* составляют в малых реках конечное экологическое звено и являются важными промысловыми видами. Волжский подуст - *Chondrostoma variable* сравнительно редок и занесен в Красную Книгу РТ. В таксономическом плане эти четыре вида относятся к отряду Карпообразные – *Cypriniformes*, к семейству Карповые – *Cyprinidae*. Данные виды имеют близкородственные генетические связи и обитают совместно в реках на территории Среднего Поволжья. В связи с этим возникает вопрос, есть ли различия между данными видами рыб в предпочтениях к факторам окружающей среды в реках Республики Татарстан.

Основными задачами этого исследования были: 1) выяснить современное распространение и частоту встречаемости обыкновенного ельца, язя, голавля и волжского подуста на территории Республики Татарстан; 2) выявить факторы, влияющие на частоту встречаемости этих видов; 3) вычислить точки оптимума и широты ниш для обыкновенного ельца, язя, голавля и волжского подуста в реках Республики Татарстан.

Материалы и методы

На территории Республики Татарстан было исследовано 307 участков малых рек и ручьев. Исследования ихтиофауны проводились в период с 2008 по 2017 года, ежегодно с мая по октябрь. Сбор осуществлялся при помощи крупноячеистой мальковой волокуши-бредня длиной 10 м (с ячей в крыльях 5 x 5 мм, в кутке 3 x 3 мм) и рыболовными сачками (диаметр сачка 40-50 см, с ячей 4 x 4 мм). 95 % всех пойманных особей рыб были возвращены на место их отлова.

Следующие шесть факторов среды были выбраны в качестве основных переменных среды, влияющих на частоту встречаемости и численность обыкновенного ельца, язь, голавля и волжского подуста: высота над уровнем моря (изменялась от 53,2 до 270 м, в среднем 105,7 м), ширина реки (варьировала от 0,8 до 75 м, в среднем 7,8 м), средняя глубина (варьировала между 0,15 – 1,7 м, в среднем 0,72), скорость течения (от 0 до 1 м/с, в среднем 0,31), степень заселенности берегов в процентах (изменялась от 0 до 100, в среднем 47,7), преобладающий субстрат дна (1 – ил, 2 – глина, 3 – песок, 4 – гравий, 5 – небольшие камешки, 6 – большие камни до 150 мм, 7 – большие камни 150-300 мм, 8 – валуны больше 300 мм). Для проверки связи частоты встречаемости видов рыб с факторами среды использовалась биномиальная логистическая регрессионная модель (GLM). Для вычисления оптимума вида и зоны толерантности использовался алгоритм по методу взвешенных средних [6]. Для обработки данных использовались прикладные статистические программы STATISTICA 7.0. и Past 3.16.

Результаты исследования

Обыкновенный елец был отмечен на 131 участках малых рек - вероятность обнаружения для него составила 42,7 % от общего числа рек; язь присутствовал на 19 участках - вероятность обнаружения 6,1 %; голавль был отловлен на 137 участках - вероятность обнаружения составила 44,6 %; подуст был пойман на 12 участках - вероятность обнаружения для него составила 4 %.

Chondrostoma volgensis

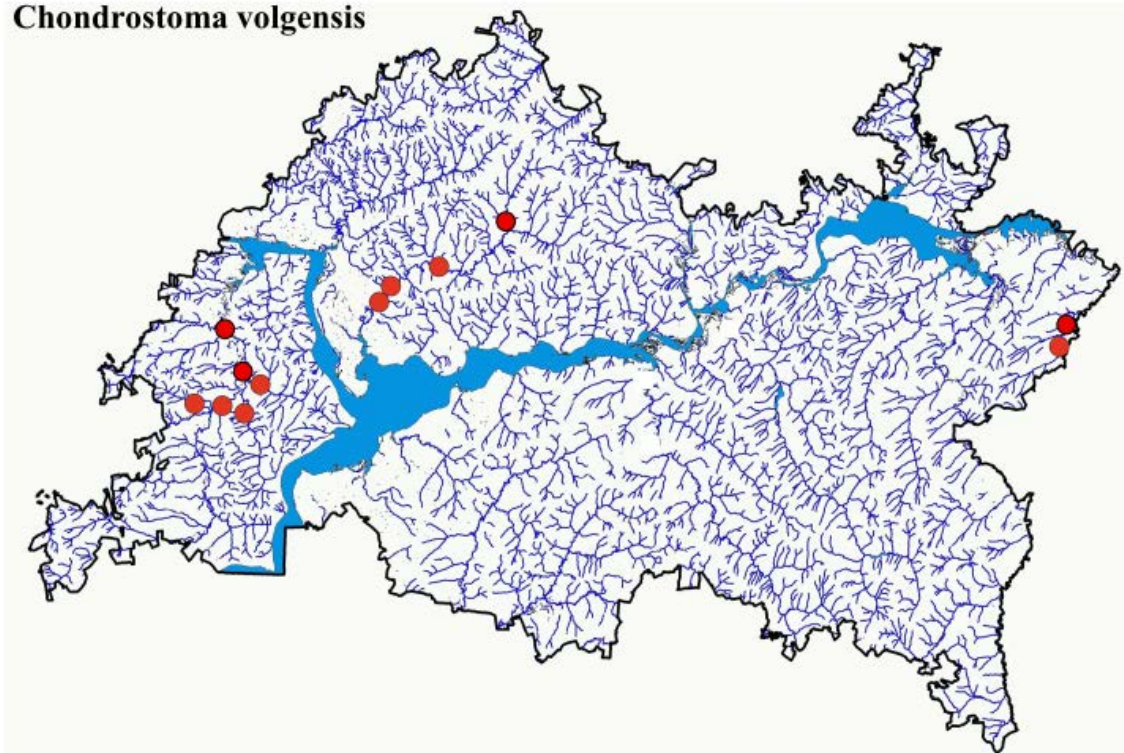


Рис.1. Современное распространение Волжского подуста в реках РТ

Современное распространение ельца, голавля и язя приурочено ко всем орографическим зонам РТ, данные виды встречаются во всех крупных бассейнах рек нашей республики. Встречи волжского подуста приурочены лишь к трем бассейнам рек РТ. В современное время подуст обитает (рис. 1) в бассейне реки Белой – р. Сьонь; в бассейне р.Свияги – р.р Свияга, Була, Улема и Сухая Улема и в бассейне р.Меша – р.р. Меша и Малая Меша. Три из шести факторов окружающей среды оказали достоверное воздействие на все виды рыб в нашем исследовании: высота над уровнем моря, глубина рек и ширина рек. Высота над уровнем моря отрицательно влияла на вероятность обнаружения всех четырех видов рыб (табл. 1 и 2). Голавль и елец присутствовали по всему спектру высот до 150 метров; свыше этого значения вероятность обнаружения данных видов близка к нулю. Для язя наибольшие вероятности обнаружения достигаются на высотах до 80 м над уровнем моря. На высотах выше 120 м над уровнем моря вероятность обнаружение данного вида близка к нулю. Вероятность обнаружения волжского подуста на высотах свыше 90 метров равна нулю.

Таблица 1.

Биномиальные логистические регрессионные модели факторов окружающей среды по данным о присутствии-отсутствии волжского подуста и голавля в реках РТ.

Фактор среды	Slope A		SE		P	
	Подуст	Голавль	Подуст	Голавль	Подуст	Голавль
Высота над уровнем моря	-0,11	-0,02	0,03	0,004	<0,001	<0,001
Ширина реки	0,09	0,12	0,02	0,02	<0,001	<0,001
Заселенность в %	-0,01	-0,01	0,01	0,005	0,66	0,001
Субстрат дна	-0,57	-0,44	0,37	0,14	0,12	0,001
Скорость течения	1,2	-0,57	1,73	0,74	0,78	0,5
Глубина реки	2,36	2,03	0,85	0,48	0,006	<0,001

Достоверные значения (p) выделены полужирным шрифтом

Напротив, факторы ширины и глубины рек оказывали достоверное положительное воздействие на вероятность обнаружения всех видов рыб в нашем исследовании. Частота обнаружения волжского подуста увеличивается с шириной реки. Вероятность обнаружения данного вида в реках с шириной меньше шести метров равна нулю. Язь, голавль и елец присутствовали практически по всему спектру переменной ширины реки, но вероятность их обнаружения тем выше, чем шире река. Глубина оказывала достоверное положительное влияние на вероятность обнаружения всех четырех видов рыб (рис. 3). Частота встреч волжского подуста и язя минимальна на глубинах 0,5 м и меньше (рис. 3). Вероятность обнаружения ельца и голавля на глубине 30 см и меньше близка или равна нулю. Два фактора среды оказывали достоверное влияние только на голавля, а именно, частота обнаружения данного вида увеличивается на участках с малым количеством древесно-кустарниковой растительности (рис.2) и была достоверно выше на участках с мягкими субстратами (глина, песок). Вероятность обнаружения голавля близка к нулю на субстратах с обилием больших камней и валунов.

Биномиальные логистические регрессионные модели факторов окружающей среды по данным о присутствии-отсутствии язя и ельца в реках РТ.

Фактор среды	Slope A		SE		p	
	Язь	Елец	Язь	Елец	Язь	Елец
Высота над уровнем моря	-0,05	-0,03	0,03	0,02	<0,001	<0,001
Ширина реки	0,06	0,12	0,02	0,02	<0,001	<0,001
Заселенность в %	0,004	-0,001	0,01	0,01	0,6	0,07
Субстрат дна	-0,1	-0,18	0,33	0,38	0,7	0,16
Скорость течения	1,52	0,99	1,72	1,72	0,28	0,18
Глубина реки	2,6	2,5	1	1,1	<0,001	<0,001

Достоверные значения (p) выделены полужирным шрифтом

Исследуя предпочтения (по частоте встречаемости) обыкновенного ельца, язя, голавля и волжского подуста по факторам среды можно сказать, что эти виды предпочитают глубокие, широкие и расположенные на относительно небольшой высоте над уровнем моря реки. Помимо этого, для голавля характерно предпочтение рек с низким процентом залесенности и мягкими субстратами.

Голавль

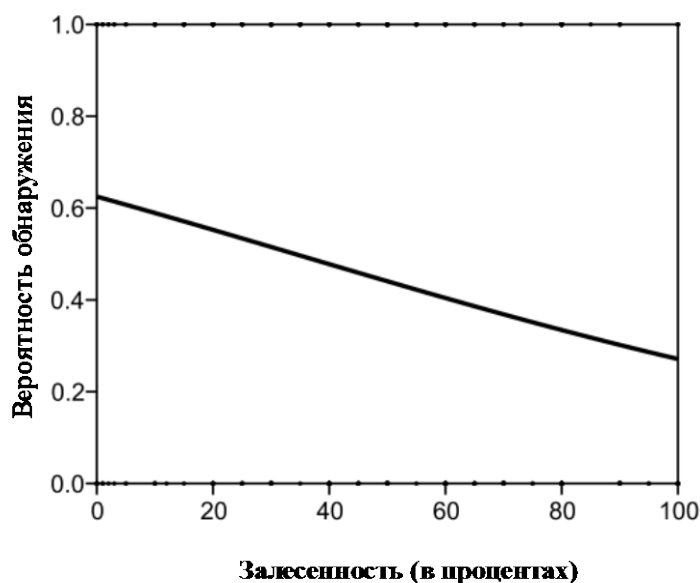


Рис.2. Вероятность обнаружения голавля по фактору залесенности на данных о присутствии-отсутствии.

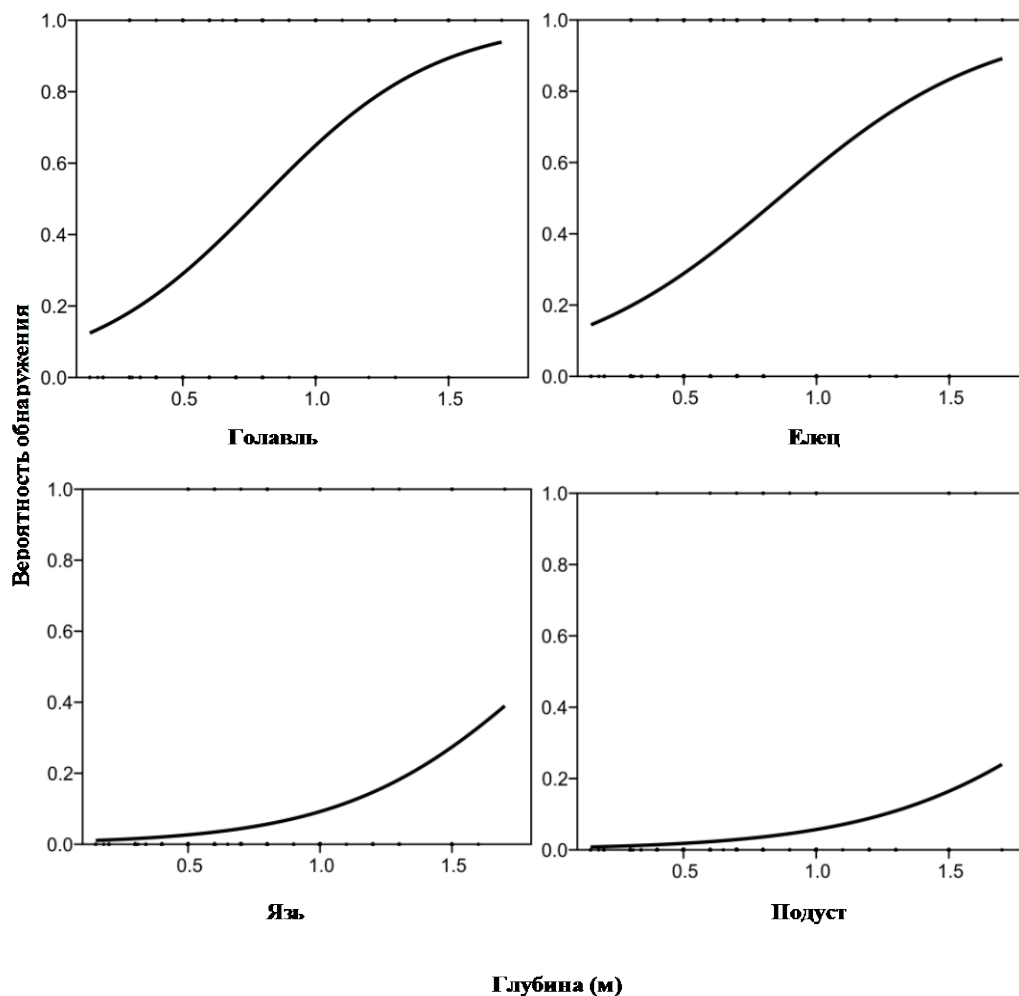


Рис.3. Вероятность обнаружения ельца, язя, голавля и волжского подуста по фактору глубины реки на данных о присутствии-отсутствии.

Таблицы 3 и 4 демонстрируют вычисленные нами оптимальные точки и допустимые отклонения в градиенте параметра окружающей среды могут быть интерпретированы как позиция реализованной ниши и ее ширина. К сожалению, данные не полностью сравнимы с литературными сведениями, потому что, в основном, полученные в Западной Европе материалы по отдельным видам рыб основываются на данных присутствия-отсутствия, а не численности [2]. Сравнивая оптимум и ширину ниш волжского подуста по фактору высоты над уровнем моря с аналогичными показателями других видов рыб в реках Республики Татарстан, можно сказать, что данные показатели одни из самых низких среди всех видов рыб [7,8,9]. Напротив, оптимум и толерантность по фактору ширины реки волжского подуста один из самых высоких на территории РТ [8]. Оптимум по глубине для язя и голавля среди рыб в реках РТ один из самых высоких [8].

Таблица 3

Оптимум ширина ниши и зона толерантности факторов среды по численности для подуста и голавля.

Фактор среды	Оптимум		Толерантность	
	подуст	голавль	подуст	голавль
Высота над уровнем моря	63,7	85,7	6,6	26,7
Ширина реки	32,5	17,9	19,5	14,5
Залесенность в %	28,9	35	15,3	25,6

Фактор среды	Оптимум		Толерантность	
	подуст	голавль	подуст	голавль
Субстрат дна	2,87	2,86	0,57	0,73
Скорость течения	0,28	0,29	0,18	0,17
Антропогенная нагрузка	2,1	2,51	0,64	0,77
Глубина реки	0,91	0,96	0,18	0,35

Таблица 4.

Оптимум ширины ниши и зона толерантности факторов среды по численности для язя и ельца.

Фактор среды	Оптимум		Толерантность	
	Язь	Елец	Язь	Елец
Высота над уровнем моря	76,5	82,2	17,5	20,5
Ширина реки	21,9	18,5	14,1	15,6
Залесенность в %	47,4	38	21,4	24,3
Субстрат дна	3	2,87	0,57	0,67
Скорость течения	0,36	0,34	0,13	0,16
Антропогенная нагрузка	2,31	2,55	0,82	0,65
Глубина реки	1,03	0,94	0,31	0,3

Обсуждение результатов

Оценивая вероятность обнаружения голавля по данным из других регионов Европы необходимо отметить, что данный показатель сильно варьирует в различных исследованиях, что может свидетельствовать о большой неоднородности популяций голавля на Европейском субконтиненте. В реках северно-восточной части Германии [10] частота обнаружения голавля не превышает 10 %. В реках Латвии [11], в бассейнах рек на юго-западе Франции [12] и в реках Венгрии [13] вероятность обнаружения голавля сходна с нашими результатами и составляет 45 %. На территории, охватывающую большую часть Франции [14], вероятность обнаружения данного вида составляет 57 %. На территории Чехии, в бассейне реки Былины, частота встреч голавля составляет 70 % [15].

В реках Венгрии [16] Чехии [17] и Франции [14] голавль предпочитает преимущественно широкие и глубокие участки рек, как и в наших исследованиях на относительно небольшой высоте над уровнем моря. В реках Чехии голавль [4] предпочитает глубокие участки водотоков с мягкими субстратами дна (глина-песок), избегая жестких гравийно-каменных субстратов, и обитает преимущественно на средних и низинных участках рек. В работе [16] для рек Венгрии сообщается о возрастании частоты встречаемости голавля на участках с высокой скоростью течения, но в нашем исследовании, данный вид проявляет унимодальную реакцию к этому фактору. В наших исследованиях в реках РТ голавль предпочитает глубокие, широкие участки рек, с небольшим течением, с глиной и песком в качестве субстрата дна, однако, молодь данного вида предпочитает ритральные условия водотоков, обитая выше, чем взрослые особи данного вида. Расхождения по выбору среды обитания между разными возрастными группами голавля были отмечены в реках Франции [18].

Вероятность обнаружения обыкновенного ельца в наших исследованиях выше, чем в большинстве регионов Европы. На территории Чехии (р. Былина и ее притоки) вероятность обнаружения ельца составляет 7 % [15]. В реках северо-востока Германии вероятность встречи ельца составляет 12 % [10]. На территории Франции [19] вероятность обнаружения ельца составляет 22 %. В юго-западных речных системах Франции [12] частота встречаемости ельца – 33 %. На севере Германии [20], вероятность встречи ельца в малых реках сходна с нашими данными (42 %).

Частота встречаемости язя в реках Европы минимальна, в Чехии (р. Былина и ее притоки) она составляет 3 % [15], в реках Франции - 1,3 % [14]. В реках Литвы вероятность обнаружения сеголеток язя не превышает 1 % [21].

Вероятность обнаружения ельца и язя на территории РТ выше, чем в реках Европе, так как в западной части субконтинента располагаются границы распространения ареалов этих видов. Кроме этого, на наш взгляд, относительно низкая встречаемость обыкновенного ельца в реках Европы обусловлена повсеместной реаклиматизацией ручьевой форели и ее высокой численностью.

Работ по частоте встречаемости и численности волжского подуста нами не найдено. В наших исследованиях данный вид редко встречаем и немногочислен. Серьезное сокращение его численности произошло после создания Куйбышевского водохранилища [22]. Основными причинами этого были затопление низовий рек, впадающих в Волгу и заиление мест нереста подуста в реке Волга.

Наше исследование представляет первый анализ данных, которые отражают предпочтения 4 видов рыб в реках средней части бассейна Волги в Республике Татарстан. Мы успешно смоделировали требования окружающей среды и сообщили оптимальные и широту ниш для ельца, язя, голавля и волжского подуста в средних и малых реках Республики Татарстан. Сравнивая предпочтения выбранных видов рыб можно сказать, что для всех характерно уменьшение частоты встречаемости с высотой над уровнем моря и увеличение обилия с возрастанием ширины и глубины рек. Голавль является наиболее чувствительным видом к факторам окружающей среды. Фактические данные по численности и распространению волжского подуста были использованы при создании третьего издания Красной Книги Республики Татарстан.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Matthews W.J. Patterns in freshwater fish ecology. Chapman and Hall, Norwell, New York, 1998. 196p.
2. Buisson L., Blanc L., Grenouillet G. Modelling stream fish species distribution in a river network: the relative effects of temperature versus physical factors // *Ecol. Freshwater Fish.* 2008. P. 244–257.
3. Brown L. Fish communities and their associations with environmental variables, lower San Joaquin River drainage, California // *Environ Biol Fish.* 2000. P. 251–269.
4. Fish assemblages structure, habitat and niche preference of five fish species in a small stream. / Vlach P., Dusek J, Svatota M. et al. // *Folia zoology.* 2005. P.421-431.
5. Toward a loss of functional diversity in stream fish assemblages under climate change / Buisson, L., Grenouillet, G., Villéger, S, et al. // *Global Change Biology.* 2013. P.387-400.
6. ter Braak CJF, van Dam H. Inferring pH from diatoms: a comparison of old and new calibration methods. // *Hydrobiologia.* 1989. P. 209–223.
7. River fish assemblages in relation to environmental factors in the eastern extremity of Europe (Tatarstan Republic, Russia) / Askeyev O., Askeyev I., Askeyev A. et al. // *Environmental Biology of Fishes.* 2015. P. 1277-1293.
8. River fish assemblages along an elevation gradient in the eastern extremity of Europe / Askeyev A., Askeyev O., Yanybaev N., et al. // *Environmental Biology of Fishes.* 2017. P. 585-596.
9. Fieseler C., Wolter C. A fish-based typology of small temperate rivers in the northeastern lowlands of Germany // *Limnologia.* 2006. P. 2-16.
10. Birzaks J. Occurrence, abundance and biomass of fish in rivers of Latvia in accordance with river typology // *Zoology and Ecology.* 2012. P. 9-19.

11. Spatial patterns of the biological traits of freshwaterfish communities in south-west France / Santoul F., Cayrou J., Mastrorillo S. et al. / Journal of Fish Biology. 2005. P. 301–314.
12. The relative influence of spatial context and catchment and site-scale environmental factors on stream fish assemblages in a human-modified landscape / Saly P., Takacs P., Kiss I. et al. // Ecology of Freshwater Fish. 2011. P.251–262.
13. Identification of priority areas for the conservation of stream fish assemblages: implications for river management in France / Maire A., Laffaille P., Maire J., Buisson L. // River reserch and applications. 2016. P.524-537.
14. Jurajda P., Adamek Z., Janac M. Longitudinal patterns in fish and macrozoobenthos assemblages reflect degradation of water wuality and physical habitat in the Bilina river basin // Czech J. Anim.Sci. 2010. P.123-136.
15. Distribution patterns an genetic variability of three stream-dwelling fish species / Takacs P., Csoma E., Eros T. et al. // Acta Zoologica Academiae Scientiarium Hungaricae. 2008. P. 289-303.
16. Lusk S. Pivnicka K. Fish assemblages in the Czech Republic - species saturation. Frequency and changes along the longitudinal stream gredient // Acta Universitatis Environmentalica. 2009. P. 45-68.
17. Lamouroux N., Souchon Y. Simple predictions of instream habitat model outputs for fish habitat guilds in large streams // Freshwater Biology. 2002. P. 1531–1542.
18. Pont D., Hugueny B., Oberdorff T. Modelling habitat requirement of European fishes: do species have similar responses to local and regional environmental constraints? // J. Fish Aquat Sci. 2005. P. 163–173.
19. Radinger J., Wolter C., Kail J. Spatial scaling of environmental cariables improves species-habitat models of fishes in a Small, Sand-Bed Lowland River // PloS. 2015. P. 1-19.
20. Stakenas S. Habitat use by 0+ fishes in small rivers of Lithuania // Acta zoologica Lituanica. 2002. V.12, №1. P.30-41.

ECOLOGY OF DACE, IDE, CHUB, VOLGA NASE IN THE SMALL RIVERS OF TATARSTAN REPUBLIC

Askeyev Arthur, PHD student, junior researcher
 Askeyev Oleg, PHD, head of laboratory
 Askeyev Igor, PHD, senior researcher

Institute of Problems in Ecology and Mineral Wealth, Tatarstan Academy of Sciences,
 Kazan, Russia, e-mail: Art.regulus@mail.ru

The article shows the results of a study on the occurrence and abundance of dace, ide, chub and Volga nase at the rivers of the Republic of Tatarstan. We analyzed the preferences of dace, ide, chub and Volga nase, to the environment variables. In the first time of Eastern Europe optimum points and the width of the niche for 4 fish species were determined for 6 environmental factors.

ВИДОВАЯ ИДЕНТИФИКАЦИЯ ЕВРОПЕЙСКОЙ КОРЮШКИ И СНЕТКА В ПРОМЫСЛОВЫХ УЛОВАХ В ПЕРИОД НЕРЕСТОВОГО ХОДА В РЕКАХ БАССЕЙНА КУРШСКОГО ЗАЛИВА

Бурбах Анна Сергеевна, ведущий инженер
Шибаев Сергей Вадимович, профессор, д-р биол. наук, заведующий кафедрой
ихтиологии и экологии

ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет»,
Калининград, Россия, e-mail: anuro4ka@gmail.com, shibaev@klgtu.ru

*Исследуется возможность видовой идентификации корюшки и снетка в промысловых уловах в реках бассейна Куршского залива с целью обеспечения регулирования рыболовства и квотоконтроля. Снеток постоянно присутствует в промысловых уловах в корюшковых неводах с шагом ячеи 12 мм. Доля его в межгодовом аспекте может колебаться в пределах от 10 до 80 %, однако, ввиду трудности разделения улова по видам он либо не учитывается в статистике, либо выпускается. Установлено, что объективным способом идентификации снетка является отсутствие в плавающей пузырьке паразитической нематоды *Cystidicola farionis*, которой может заражаться только корюшка во время обитания в Балтийском море, но не в Куршском заливе. По данному признаку определено, что все рыбы длиной менее 9 см относятся к снетку, а крупнее к корюшке. На промысле предлагается эту длину считать граничной и проводить соответствующую видовую сортировку уловов. Используя такой подход, целесообразно отказаться от регламентирования минимального шага ячеи и осуществлять промысел мелкочейными неводами совместно снетка и корюшки*

Введение

Корюшка и ее пресноводная форма - снеток широко распространены в Северной Европе от Франции (р. Луара) до юго-восточной части Скандинавского полуострова и юго-запада Ирландии, включая Балтийское, Белое и Баренцево моря [1]. Эти виды имеют важное значение в промысле Куршского залива и впадающих в него рек - Неман, Матросовка и другие. За исторический период максимальные уловы корюшки наблюдались в довоенный период и составляли около 4,8 тыс. т в год, среднемноголетний вылов снетка в 1960-1980-е гг. составил 560 т [2]. В последние десятилетия произошли существенные изменения в промысле этих видов, во-первых, промысел переместился в реки, а во-вторых, снизилась роль снетка в уловах, таким образом, что его специализированный лов просто прекратился. Вместе с тем, исследования показали, что в различные годы эти виды могут ловиться корюшковыми закидными неводами совместно на путях нерестового хода. Это обуславливает необходимость отдельного учета вылова каждого из видов, как видов, по которым ОДУ не устанавливается, с целью своевременного прекращения промысла. Проблемой такого регулирования является трудность видовой дифференциации снетка и корюшки в промысловых уловах.

Цель настоящей работы - оценка возможности видовой идентификации снетка и корюшки в промысловых уловах, обеспечивающей повышение эффективности управления водными биоресурсами.

Материал и методика

Материалом для настоящей работы послужили результаты ежегодного (с 2011 г.) мониторинга промысла корюшки в реках бассейна Куршского залива (река Неман в нижнем течении с рукавом Скирвит и река Матросовка – левый рукав Немана). Проанализированы пробы из 240 промысловых обловов. На массовые промеры взято 335,0 тыс. экземпляров, включающих смесь снетка и корюшки. Полный биологический анализ проведен для 7,9 тыс. особей. С целью определения реального видового состава мигрирующих на нерест корюшки и снетка параллельно с промысловым ловом проводились контрольные обловы мелкочейным неводом с шагом ячеи в мотне 4 мм.

Анализ динамики промысловых уловов осуществлялся с использованием данных по промысловой статистике за период 1927-2017 гг.) и 5-суточной отчетностью пользователей (2011 - 2017 гг.).

Результаты исследований и обсуждение

Промысловый лов корюшки в реках бассейна Куршского залива ведется в весенний период во время нерестового хода, который обычно проходит очень быстро – в течение 1-2 недель. Однако, в зависимости от погодных условий конкретного года он может значительно смещаться в пределах от конца февраля до начала апреля. На промысле используются речные закидные невода (мотенные и безмотенные) длиной 36, 60 и 90 м. с шагом ячеи 11-12 мм. Неводные уловы представлены рыбами длиной 6-20 см, в которых вся рыба является половозрелой и почти готовой к нересту (рис. 1).

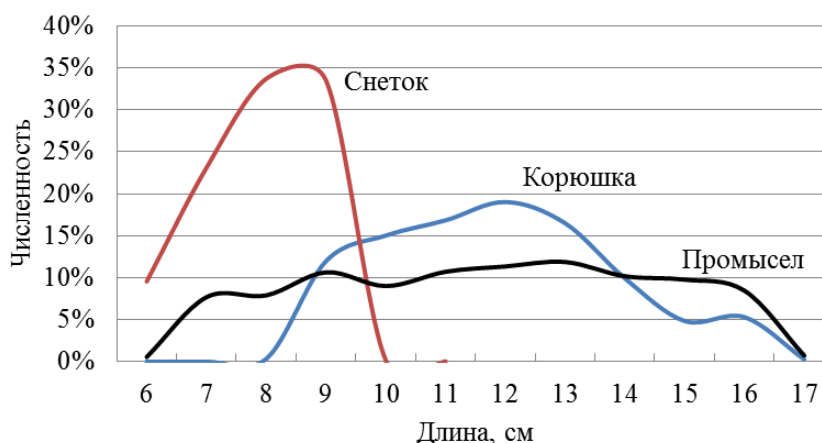


Рис. 1. Среднемноголетние кривые контрольных (мальковая волокуша, яч. 4 мм) и промысловых (невод речной закидной, яч. 11-12 мм) уловов корюшки и снетка в р. Неман

В настоящее время промысел ориентирован исключительно на лов корюшки, однако исследования с использованием мелкочейного орудия лова показывают, что наряду с ней в уловах может присутствовать и снеток, доля которого в уловах существенно изменяется по годам в зависимости от урожайности поколений (рис. 2). В неводных уловах, в связи с использованием достаточно большого шага ячеи, обычно преобладает корюшка, вместе с тем в уловах мальковой волокушей соотношение корюшки и снетка изменяется на противоположное.

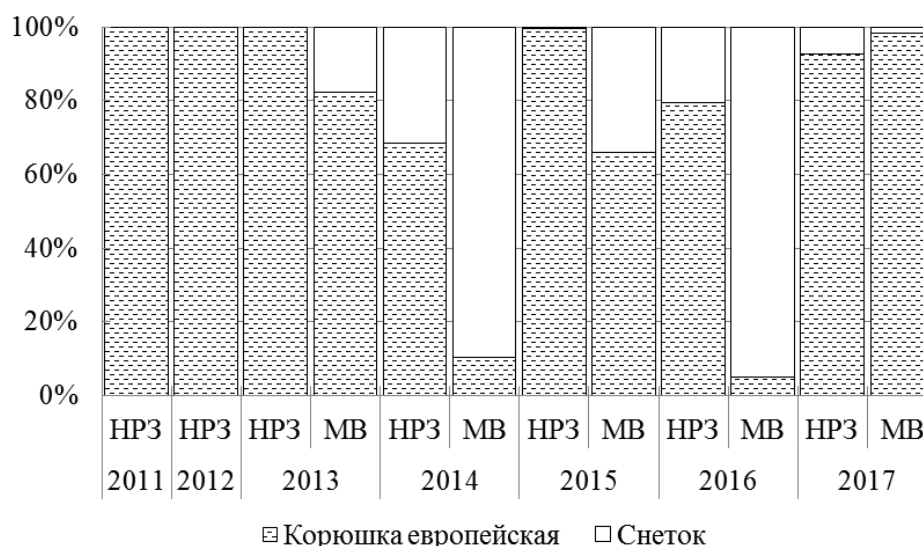


Рис. 2. Соотношение корюшки и снетка в неводных промысловых и исследовательских уловах (HP3 – невод речной закидной, MB – мальковая волокуша)

Так, например, в 2014 году в структуре ихтиоценоза мигрирующих рыб доминировал снеток, составлявший до 90% уловов мальковой волокушей. Корюшка, на которую был ориентирован промысел, составляла лишь 10% по численности. Это привело к тому, что большая часть улова в промысловых орудиях, просто проскакивала через ячейку 12 мм и, таким образом, предопределила низкую эффективность лова.

В последующие годы такого пика численности снетка выявлено не было, но в определенный момент нерестового хода можно было наблюдать увеличение количества снетка в уловах. Обычно этот момент приурочен к концу нерестового хода, хотя в 2017 году удельный вес снетка не был столь очевидно выражен, но это может быть связано с ранним снятием рыболовецких бригад с промысла. В остальные же годы о конце нерестовой миграции корюшки можно было судить по появлению снетка в уловах в численности до 75%.

Снеток не является целевым видом промысла в реках бассейна Куршского залива. Проведенные нами исследования, направленные, в том числе на видовую идентификацию непосредственно корюшки и снетка на промысле, показывают, что доля снетка в уловах может составлять от 10 до 80%. При этом, величина улова для снетка отдельно не определялась: рыбаки сдавали снетка под видом корюшки или же после притонения невода, если рыбаки визуально определяют большую величину прилова снетка, невод не вытаскивается на берег, а оставляется в воде на кольях. Учитывая, что ячейка 12 мм не является препятствием для снетка, он свободно выходит из невода. В результате, через некоторое время в неводе остается только корюшка, которая и идет в улов.

Основной проблемой разделений в промысловых уловах корюшки и снетка, обеспечивающей возможность регулирования промысла является трудность их видовой дифференциации на промысле. По внешнему строению корюшка - стройная рыба с удлинённым телом веретенообразной формы (рис. 3). Тело покрыто крупной, легко спадающей чешуей. Рот большой, верхнечелюстная кость заметно заходит за вертикаль середины глаза



Рис. 3. Европейская корюшка

Снеток является карликовой жилой формой корюшки. Морфологически он отличается от корюшки по следующему признаку: диаметр глаза больше ширины лба или равен ей, тогда как у европейской корюшки наоборот: диаметр глаза меньше ширины лба [1].

Эти морфометрические признаки являются наиболее надежными, но применение их для видовой идентификации крайне затруднено не только на промысле, но даже при научных исследованиях в поле, например, при массовых промерах уловов. В этой связи нами был выделен другой отличительный признак, который сравнительно просто может быть определен в процессе биологического анализа рыбы. Таким признаком является наличие или отсутствие в плавательном пузыре рыбы нематоды *Cystidicola farionis* (рис. 4) при определенном размере рыбы.



Рис. 4. Нематода *C. farionis* в плавательном пузыре корюшки

Развитие *C. farionis* происходит с участием промежуточного хозяина – реликтового рачка-бокоплава *Pontoporeia affinis*, который обитает в Балтийском море, является излюбленным объектом питания корюшки [3, 4, 5]. Данный рачок в Куршском заливе - месте обитания снетка, не встречается, и, следовательно, не может способствовать заражению его нематодой *C. farionis*. Кроме того, согласно данным Е.Д.Носковой [6],

снеток является типичным планктофагом и не склонен к потреблению бентосного рачка.

В качестве второго признака различия корюшки и снетка нами был принят размер рыбы. Снеток достигает половозрелости в возрасте 1 года при длине 4-5 см, обычная же его длина в нерестовой стаде составляет 6-10 см. Как следует из рис. 1 размерные структуры снетка и корюшки перекрываются в диапазоне длин 6-9 см., для которых и возникает проблема видовой идентификации. Используя данные по зараженности рыб нематодой, нами определена видовая структура этих размерных групп. Оказалось, что размерные группы 6-8 см представлены только снетком, а размерная группа 9 см состоит более чем на 90% из корюшки (рис. 5). Учитывая достаточно высокую погрешность промысловой статистики в последующем можно принять, что все рыбы длиной менее 9 см относятся к снетку, а более крупные - к корюшке. Это существенно облегчит регулирование рыболовства.



Рис. 5. Размерно-видовая структура уловов в период 2011-2014 гг.

Заключение

Мониторинг промысла корюшки в период нерестовой миграции показывает, что он является двух видовым. Отличительные признаки корюшки и снетка, которые возможно использовать на промысле, в том числе и самими рыбаками. Мы можем утверждать, что рыбы длиной 8 см и меньше - это снеток. Это помогло бы рыбакам учитывать эти виды отдельно, а дальнейшая реорганизация действующей системы промысла позволила бы увеличить вылов в несколько раз.

Данное обстоятельство позволяет по-новому подойти к организации рыболовства. Учитывая, что в реках бассейна Куршского залива промысел осуществляется в отношении только половозрелой рыбы - смеси корюшки и снетка, не имеет смысла регламентирование селективности орудий лова путем установления минимального разрешенного шага ячеи в закидных неводах. С целью повышения эффективности промысла целесообразно вести лов неводами с шагом ячеи 6 мм, что позволит эффективно облавливать оба вида в той пропорции, в которой они есть в водоеме. Последующая сортировка по размерам позволит разделить улов корюшки и снетка и обеспечить контроль вылова каждого вида.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Практикум по ихтиологии: учебное пособие. изд. 2-е, испр. и доп./ Т.А. Аполлова, Л.Л. Мухордова, К.В. Тылик. М.: МОРКНИГА, 2013, - 338 с.
2. Осадчий В.М. Регулирование рыболовства и стратегия использования рыбных ресурсов в Куршском заливе: дисс. ... канд. биол. наук. Калининград, 2000. 175 с.
3. Бауэр О.Н. Ихтиопатология. М., Пищевая промышленность, 1977. – С. 232-234
4. Евдокимова Е. Б., Авдеева Е. В., Заостровцева С. К. Экологические особенности паразитофауны корюшки (*Osmerus eperlanus eperlanus* Linnaeus, 1758) Куршского залива // Водные биоресурсы, аквакультура и экология водоемов: II междунар. науч.-практ. конф. Калининград: ФГБОУ ВПО «КГТУ», 2014. С. 92. Труды второй научно-практической конференции «Водные биоресурсы, аквакультура и экология водоемов», 15-16 октября 2014 г. Калининград: Издательство ФГБОУ ВПО «КГТУ», 2014. С. 92-95.
5. Евдокимова Е.Б. Фауна паразитов корюшки и снетка Куршского залива в устье реки Неман / Е.Б. Евдокимова, Е.В. Авдеева, С.К. Заостровцева, А.С. Бурбах, А.Д. Карбан// Известия Калининградского государственного технического университета. 2018. №50. С. 57-65.
6. Носкова, Е. Д. Биология снетка *Osmerus eperlanus eperlanus* m. *spirinchus* (Pallas) и колебания его численности в Куршском заливе Балтийского моря: дис. ... канд. биол. наук. Калининград, 1968. 238 с.

SPICES IDENTIFICATION OF EUROPEAN SMELT AND DWARF SMELT IN COMMERCIAL CATCHERS IN SPAWING TIME IN THE RIVERS OF THE CURONIAN LAGOON BASIN

Burbakh Anna Sergeevna, chief engineer
Shibaev Sergey Vadimovich, professor, head of the department of ichthyology and ecology

Kaliningrad State Technical University, Kaliningrad, Russia,
e-mail: anuro4ka@gmail.com, shibaev@klgtu.ru

*The possibility of species identification of smelt and dwarf smelt in commercial catches in the rivers of the Curonian Lagoon basin with the aim of regulating fisheries and quota control is investigated. It is shown that the dwarf smelt is constantly present in commercial catches in the smelt seines with a mesh size of 12 mm. Its share in the interannual aspect can fluctuate in the range of 10 to 80 %, however, due to the difficulty of identification the catch by species, it is either not taken into official statistics or is released. It has been established that the objective identification of the dwarf smelt is absence of the parasitic nematode *Cystidicola farionis* in the swimming bladder, which can be caught only by smelt during its habitat in the Baltic Sea, but not in the Curonian Lagoon. On this basis, it is determined that all fish with a length of less than 9 cm belong to the dwarf smelt, and larger is smelt. This length is border between species and fishermen can use it for species sorting in catches. Given this approach, it is advisable to avoid regulating the minimum size of mesh and catches with small-mesh seines together with dwarf smelt and smelt.*

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ВОДНЫХ БИОЛОГИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ ВЕРХНЕЙ ОБИ АЛТАЙСКОГО КРАЯ

Веснина Любовь Викторовна, профессор, д-р биол. наук, директор
Романенко Георгий Анатольевич, младший научный сотрудник
Лукерин Алексей Юрьевич, научный сотрудник
Теряева Ирина Юрьевна, младший научный сотрудник
Зеленцов Николай Витальевич, научный сотрудник

Алтайский филиал ФГБНУ «Госрыбцентр», Барнаул, Россия,
e-mail: artemiaprgn@mail.ru

Целью данной работы было исследование особенностей распространения, численности и воспроизводства водных биоресурсов Верховьев р. Обь в границах Алтайского края. Изучены актуальные на сегодняшний день особенности распространения, численности и воспроизводства водных биоресурсов верховьев р. Обь в границах Алтайского края. Рассмотрены основные факторы водной среды водотока, даны характеристики состоянию промысловой базы, произведена оценка особенностей распространения, численности и воспроизводства основных промысловых видов водных биоресурсов р. Обь в границах Алтайского края

Ввиду удалённости Алтайского края от морских районов промысла водных биоресурсов, внутренние водоёмы региона являются важными источниками местной рыбной продукции. В связи со стабильным потребительским спросом населения, перед рыбохозяйственными организациями различных форм собственности встаёт задача сохранения и преумножения рыбных запасов региона. Выполнение данной задачи возможно лишь при условии изучения природных факторов и антропогенных явлений, определяющих рыбопродуктивность водоёмов, а также рационального использования водных биологических ресурсов.

В последние 10–15 лет на большинстве водоёмов Алтайского края интенсивность промысла рыбы чрезвычайно низка, это вызвано рядом административных причин. Однако на выделенных рыбопромысловых участках интенсивность напротив, постоянно растёт, что демонстрирует высокую заинтересованность пользователей и заставляет задуматься о рациональном использовании водных биоресурсов [1; 2].

Обычно к Верхней Оби относят участок ее течения до впадения р. Томь; часть ее акватории от истоков до зоны выклинивания Новосибирского водохранилища нами принимается за Верховья Оби. Протяженность Оби в пределах края 458,0 км (по данным Г.В. Коробковой 493,0 км), обских проток, стариц и затонов – 1130,0 км. Площадь водосбора – 209,0 тыс. км². Густота речной сети в левобережной части водосбора 0,2 – 0,5 км / км²; в правобережной – 0,4 – 1,2 км / км². В общем объеме среднегодового стока в Катунь формируется 20,2 км³, Бии – 15,1, Чарыше – 6,3, Чумыше – 5,2, Алее – 1,4 км³, в остальных водотоках бассейна – 4,8 км³ стока. Реки длиной менее 10,0 км составляют 95,0 % гидрографической сети по общему количеству и 53,0 % по длине [3].

Исходя из вышесказанного следует, что изучение особенностей распространения, численности и воспроизводства водных биоресурсов Верховьев р. Обь имеет научный и практический интерес.

В ходе полевых исследований на протоках реки Обь Малышевская и Нижняя Заломная проводился сбор ихтиологического материала, общей продолжительностью 40

сетесуток. Всего за вегетационный период обследовано 11 690 экземпляров рыб, в том числе 3891 экземпляр – на ПБА, 7799 экземпляров подверглись массовому промеру. Кроме того, было отобрано 135 паразитологических проб и 9 образцов на экологическую безопасность. Для оценки качества среды обитания отобрано 8 гидрохимических и 29 гидробиологических проб (зоопланктон, зообентос).

В 2017 году на реке Обь в границах Каменского района начало весеннего подъема уровня воды пришлось на первые числа апреля (02.04.2017 г.). В середине апреля (16.04.2017 г.) уровень воды достиг отметки 550 мм, что соотносится с началом затопления поймы. Пик уровня воды (698 мм) пришелся на первые числа июня (01 – 10.06.2017 г.). В последующем наблюдалось постепенное снижение уровня воды. Осушение поймы отмечено после 20 июня. Второй пик паводка (летний) в 2017 году отсутствовал, а постепенный подход «коренной» воды обеспечил залитие нерестилищ на протяжении 65 дней. Таким образом, гидрологический режим реки Обь в 2016 – 2017 гг. был благоприятным для прохождения весеннего нереста основных промысловых видов рыб, что будет способствовать пополнению промысловой части стада весенне-нерестующихся видов рыб с 2019 года (рис.1).

В 2017 году гидрологический режим реки Обь был более благоприятным для прохождения весеннего нереста основных промысловых видов рыб. В весенний период гидрологический уровень реки на данном участке характеризуется выраженным половодьем. За первую декаду октября уровень воды в протоке повысился на 0,56 м и имел последующее постепенное снижение до 0,13 м к концу мая. Прогрев воды как в русловой части, так и на нерестилищах происходил равномерное, с разницей около +5,0 0С в пользу мелководных пойменных участков. Летнее половодье в 2017 году на рассматриваемом участке отмечено не было (рис.2).

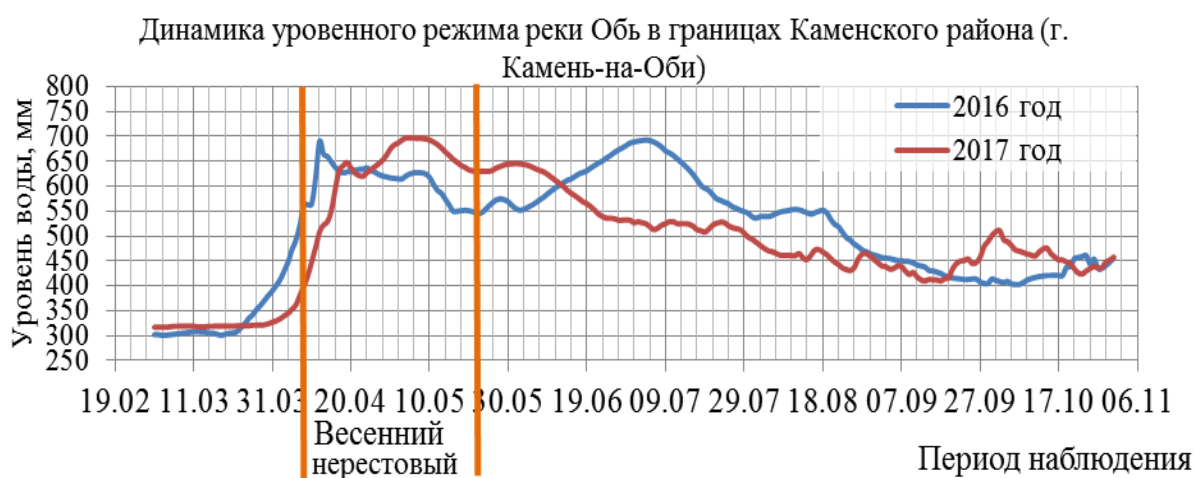


Рис. 1. Динамика гидрологического режима реки Обь в границах Каменского района Алтайского края в 2016 – 2017 гг.

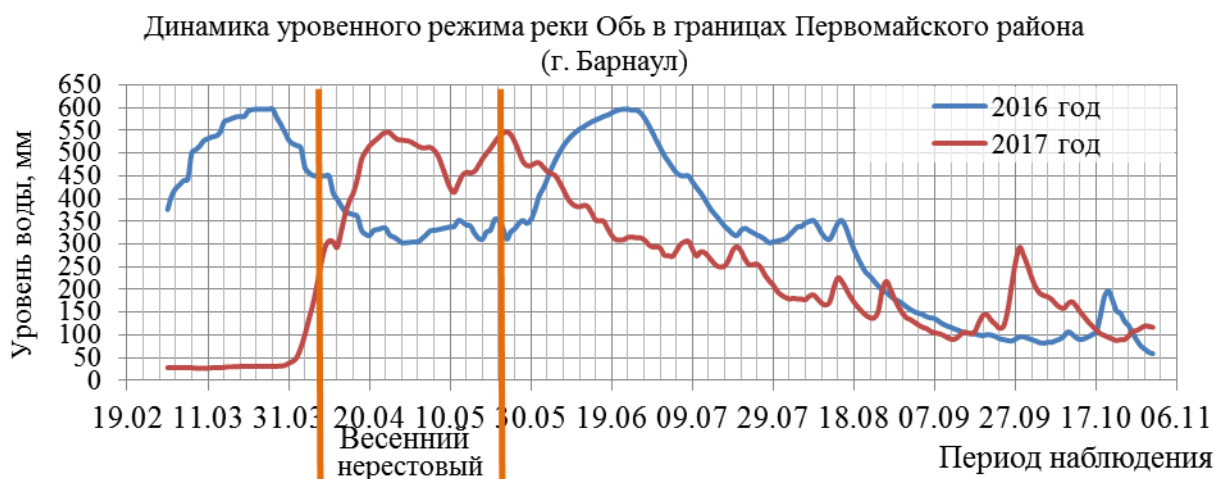


Рис.2. Динамика гидрологического режима реки Обь в границах Первомайского района Алтайского края в 2016 – 2017 гг.

В весенних уловах рыбы наибольший возрастной ряд был охвачен у щуки (9 лет) и язя (7 лет), наименьший возрастной ряд отмечен у окуня (4 года).

Река Обь в Алтайском крае является основным рыбохозяйственным водным объектом. На акватории реки Обь в административных границах Алтайского края сформировано 23 рыболовных участка.

В видовой структуре промысловых уловов доминирующее положение занимает лещ. В 2017 году промысловое изъятие леща составило 128,8 т, или 47,0 % от общего освоения всех промысловых видов рыб (рис.3). Анализ данных официальной промысловой статистики свидетельствует о постепенном увеличении численности промыслового стада леща в реке Обь. За последние восемь лет объем фактического вылова данного вида увеличился с 78,5 до 133,0 т.

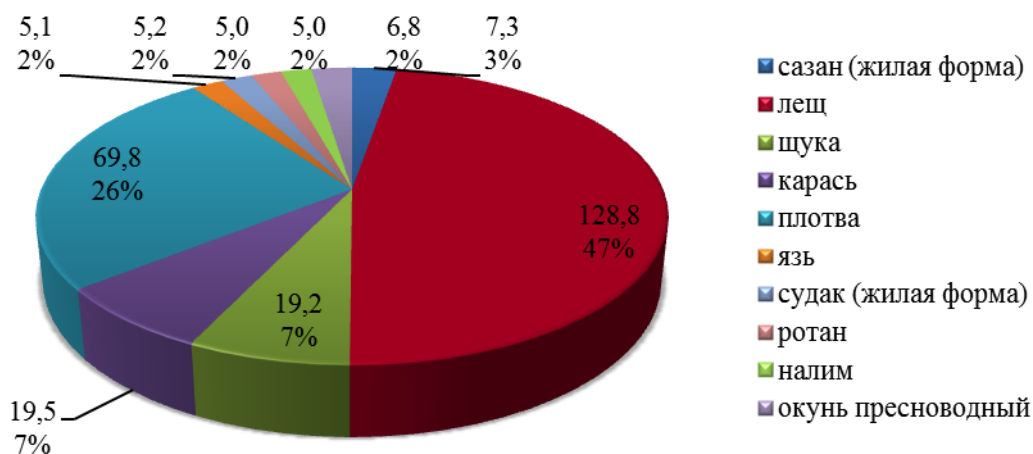


Рис. 3. Видовая структура промысловых уловов на реке Обь в границах Алтайского края в 2017 году (в тоннах)

Вторым по численности промысловым видом в реке Обь в границах Алтайского края отмечена плотва, на долю которой приходится около ¼ от общего объема вылова. За период с 2009 по 2017 год объем изъятия данного вида увеличился вдвое, с 34,7 до 69,8 т.

По данным промысловой статистики в 2017 году уловы щуки и карася в реке Обь составляли 19,2 и 19,5 т, что в структуре общего улова занимает по 7,0 % для каж-

дого вида. При этом следует отметить, что за период с 2009 по 2017 год уловы щуки имели тенденцию к ежегодному увеличению от 2,9 до 19,2 т. Основной причиной увеличения численности щуки является улучшение условий нереста данного вида, повышение гидрологического уровня и его стабилизация в нерестовый период, снижение воздействия ННН-промысла на биоресурс в репродуктивный период.

Численность карася в уловах в рассматриваемый период имела динамический характер, периодически то снижаясь, то увеличиваясь (рис.4). Так к 2011 году промышленное изъятие карася в реке Обь снизилось с 12,6 до 2,9 т. В последующем, к 2014 году, объем вылова биоресурса увеличился до 17,9 т. В последующие годы наблюдалось незначительное снижение объемов добычи данного вида, однако, в 2017 году они вновь увеличились до 19,5 т.

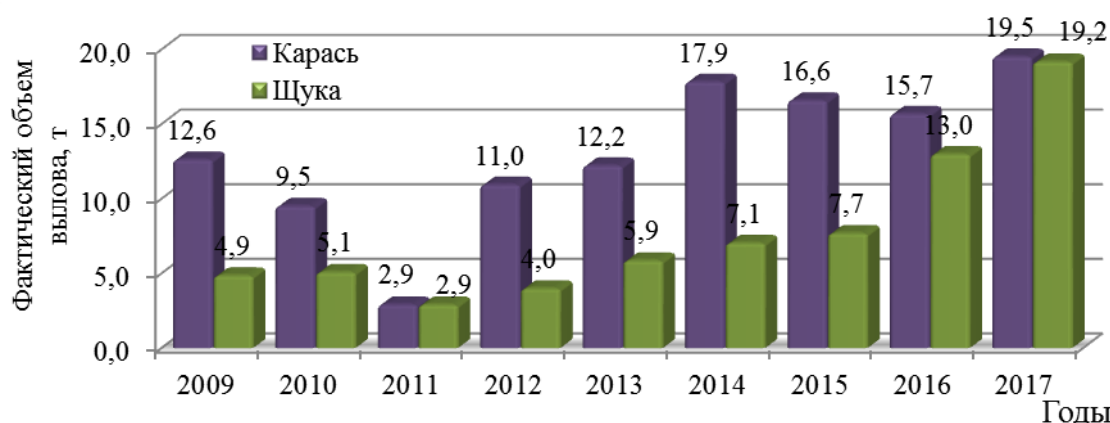


Рис. 4. Динамика фактической промышленной добычи (вылова) карася и щуки на реке Обь в границах Алтайского края в период 2009 – 2017 годов (в тоннах)

Доля прочих видов: сазана, окуня, судака, язя и налима, в структуре общих уловов рыбы в реке Обь в границах Алтайского края в 2017 году незначительна и составляет по 2,0 – 3,0 % (5,0 – 7,3 т) для каждого вида. В многолетней динамике уловов данных видов также наблюдается тренд на увеличение, однако, он наиболее выражен у таких видов как сазан, судак и налим, что в большей степени связано с улучшением условий протекания нереста (рис.5). Также значительное влияние на увеличение численности сазана в реке Обь оказали мероприятия по искусственному воспроизводству данного вида, проводящихся в рамках компенсационных мер от ущерба, нанесенного антропогенной деятельностью.

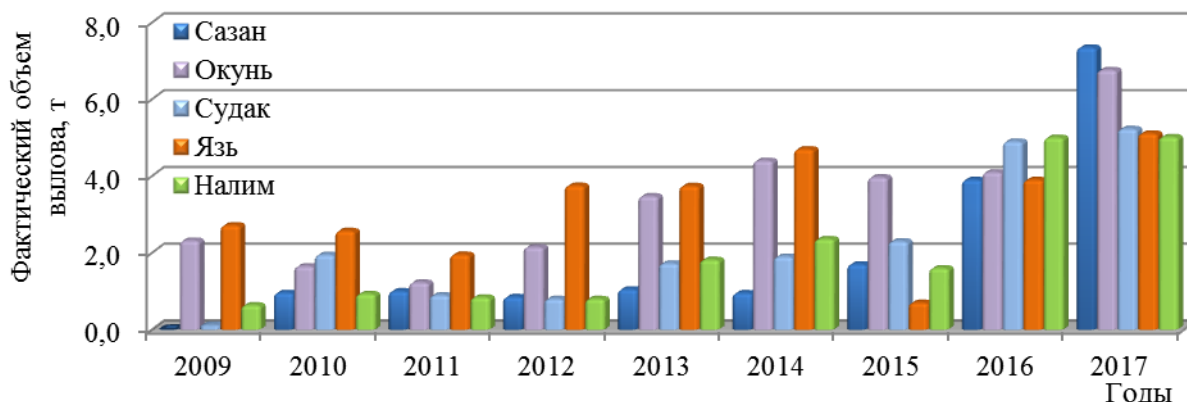


Рис.5. Динамика фактической промышленной добычи (вылова) малочисленных видов (сазан, окуня, судака, налима, язя) на реке Обь в границах Алтайского края в период 2009 – 2017 годов (в тоннах)

При оценке скорости массового прироста ихтиофауны р. Обь в границах Первомайского района установлено, что у таких видов как язь, окунь, судак и сазан скорость прироста массы характеризуется полиномиальной зависимостью от возраста, у плотвы – логарифмической, а у леща – степенной зависимостью (рис.6).

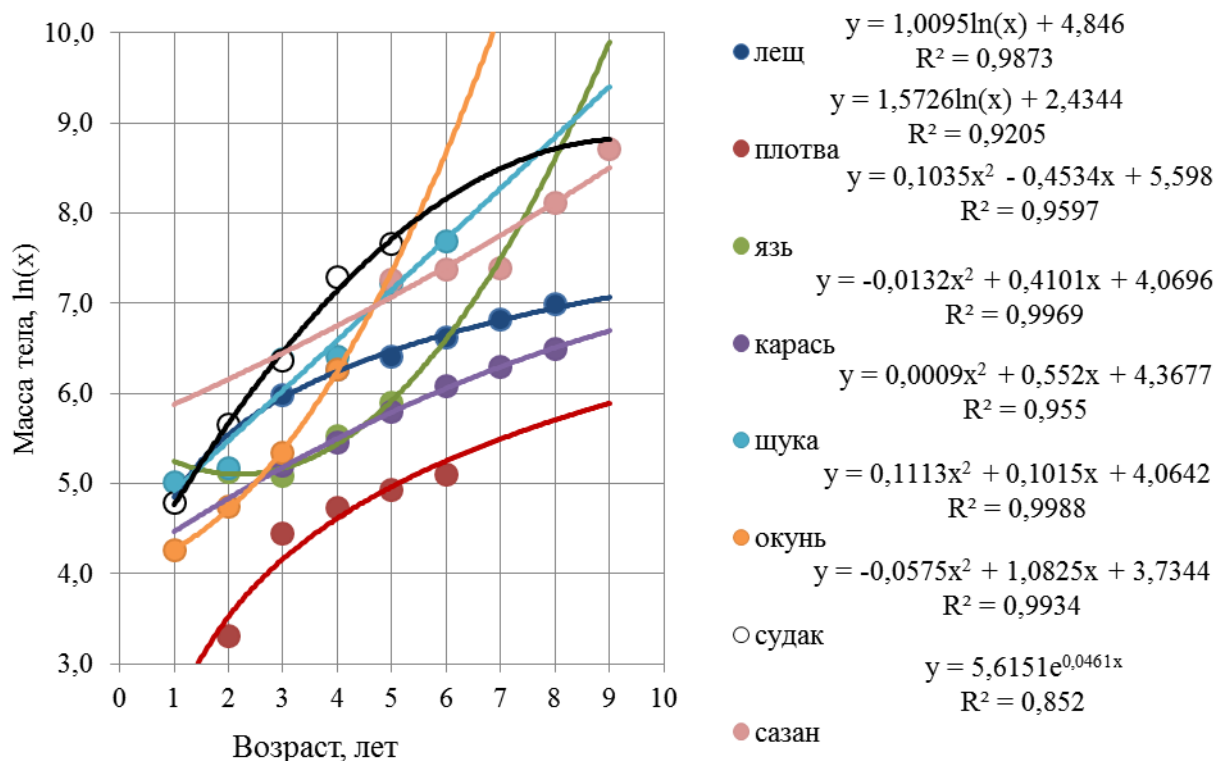


Рис.6. Зависимость массы тела рыб от возраста в протоке Халтуриха реки Обь в границах Первомайского района в 2017 г.

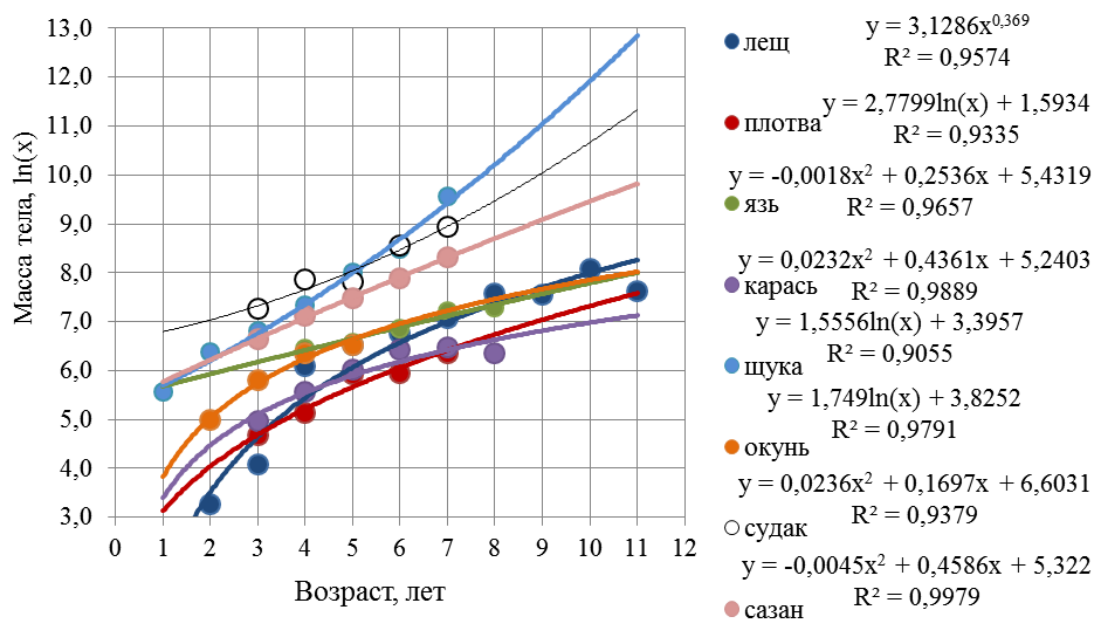


Рис.7. Зависимость массы тела рыб от возраста в протоке Нижняя Заломная реки Обь в границах Каменского района в 2017 году

Скорость линейного роста в зависимости от возраста рыб в протоках реки Обь в границах Каменского района у леща, язя, судака и сазана находится в полиномиальной зависимости, у плотвы и окуня – в логарифмической, у карася в степенной, а у щуки в экспоненциальной (рис.7).

Таким образом, за последние девять лет в Алтайском крае наблюдается общее увеличение объемов добычи (вылова) промысловых видов ихтиофауны в реке Обь и ее протоках. С 2009 года объем промыслового изъятия рыбы в реке Обь в границах Алтайского края увеличилась вдвое, с 136,5 до 266,8 т, преимущественно за счет увеличения численности леща и плотвы.

1. Биологическая характеристика объектов рыболовства, состояние запасов и оценка рекомендованного объема вылова

В составе ихтиофауны реки Обь в границах Алтайского края промысловое значение имеют следующие виды: щука (*Esox lucius* Linnaeus, 1758), лещ (*Abramis brama* (Linnaeus, 1758)), плотва (*Rutilus rutilus* (Linnaeus, 1758)), язь (*Leuciscus idus* (Linnaeus, 1758)), сазан (*Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758), серебряный карась (*Carassius auratus* (Linnaeus, 1758)), речной окунь (*Perca fluviatilis* Linnaeus, 1758), обыкновенный судак (*Stizostedion lucioperca* (Linnaeus, 1758)), налим (*Lota lota* (Linnaeus, 1758)) и ротан (*Perccottus glenii* Dybowski, 1877).

1.1. Лещ

Основу промыслового стада леща Верховий Оби составляют особи 4 – 8 лет (от 3+ до 7+), при этом на долю семилеток (6+) приходится почти половина (49,8 %). Доля рыб более старшего возраста незначительна. В период с 2009 по 2017 год отмечено стабильное преобладание в уловах особей в возрасте 5+ и 6+. Доля непромысловых особей (1+, 2+) в уловах составляет менее 0,1 % и при оценке промыслового запаса не учитывается.

Основную долю контрольного улова леща в реке Обь в 2017 году составили особи возраста 5+ – 6+ со средней массой 699,7 и 772,1 г при средней промысловой длине 307,3 и 332,5 мм. Особи в возрасте 2+ имели среднюю массу 169,8 г при промысловой длине 152,5 мм. Тринадцатилетки (12+) имели среднюю промысловую длину 452,0 мм при средней массе 3264,0 г (таблица 1).

Таблица 1

Размерно-возрастная структура промыслового стада леща в реке Обь в границах Алтайского края, 2017 г.

Возраст	Промысловая длина, мм		Масса, г		Возрастные группы, %
	средняя	lim	средняя	lim	
2+	152,5±2,5	150,0-160,0	169,8±4,6	60,0-182,0	0,02
3+	245,5±20,1	155,0-315,0	388,3±78,1	180,0-508,0	24,471
4+	266,2±12,1	200,0-315,0	430,1±56,6	290,0-603,0	28,327
5+	307,3±3,1	250,0-375,0	669,7±23,8	333,0-976,0	38,945
6+	332,5±1,8	305,0-395,0	772,1±17,1	621,0-1096,0	49,769
7+	357,9±5,9	320,0-410,0	1002,3±78,4	771,0-1543,0	23,167
8+	406,0±11,0	335,0-465,0	1583,2±191,7	870,0-2280,0	5,758
9+	415,0±14,0	375,0-440,0	1898,9±233,7	1216,0-2731,0	1,581
10+	475,0±16,1	445,0-500,0	2205,0±542,1	2161,0-3380,0	1,966
11+	430,0±5,0	425,0-435,0	2045,0±62,0	1983,0-2707,0	0,986
12+	452,0±11,3	412,0-487,3	3264,0±84,3	2217,8-3754,9	0,01

Исследование репродуктивных качеств популяции леща в р. Обь показали, что особи становятся половозрелыми на 4 году жизни. Абсолютная плодовитость леща с

возрастом увеличивается. В 2017 весенний период года у четырехлеток абсолютная плодовитость составляла 42,2 тыс. шт., у восьмилеток – 221,3 тыс. шт., а у тринадцатилеток – 1837,5 тыс. шт. Относительная плодовитость самок леща колеблется в пределах от 54,8 – 327,6 шт./г массы тела (таблица 2).

Таблица 2

Репродуктивные параметры самок промыслового стада леща в реке Обь в границах Алтайского края, 2017 г.

Возраст	Масса тела, г	Масса гонад, г	Плодовитость	
			Относительная шт./г	Абсолютная, тыс. шт.
3+	331,6±12,7	37,2±2,1	54,8±2,7	42,2±1,8
4+	428,7±8,4	49,4±3,7	73,2±5,3	54,8±3,6
5+	511,3±21,7	64,6±5,4	105,7±8,9	67,7±5,2
6+	767,9±15,6	70,7±4,8	121,8±5,8	99,8±8,4
7+	11663±11,7	145,3±6,2	151,9±10,7	221,3±10,7
8+	1722,3±24,6	350,0±12,1	223,1±14,3	718,9±27,3
9+	2062,5±15,9	407,9±16,7	237,3±12,6	825,4±54,9
10+	2535,5±27,2	469,4±24,3	260,4±18,8	904,7±67,3
11+	2384,7±34,1	508,6±31,8	303,1±12,5	1600,9±168,3
12+	3361,3±29,5	612,7±64,4	327,6±27,4	1837,5±157,9

Многолетние исследования популяции леща на реке Обь в границах Алтайского края показали, что средняя масса особей колеблется от 356,4 г в возрасте 3+ до 3264,2 г в возрасте 12+. Ежегодный прирост массы тела колеблется от 87,1 до 581,0 г, а в среднем составляет 323,1 г.

1.2. Судак

Промысловое стадо судака в реке Обь в 2017 году было представлено девятью возрастными группами от 1+ до 9+ лет. Возрастная структура популяции судака, по данным научного лова, достаточно неоднородна, преобладают младшевозрастные особи, в возрасте от двух до четырех лет (1+ - 3+), что является показателем малочисленности стада. В многолетнем плане возрастная структура стада стабильная, без резких колебаний.

Основную долю контрольного улова судака в реке Обь в 2017 году составили особи возраста 1+ – 3+ с колебаниями средней массы от 216,0 до 1027,0 г, при динамике средней промысловой длины от 180,0 и 487,0 мм. Особи в возрасте 4+ имели среднюю массу 1551,4 г при промысловой длине 468,1 мм. Девяти- и десятилетки в уловах встречались единично. Средняя их масса составляла 5138,0 и 6650,0 г.

Исследование репродуктивных качеств популяции судака в р. Обь показали, что самки становятся половозрелыми на 4 году жизни, самцы – на третьем. Абсолютная плодовитость леща с возрастом увеличивается. В весенний период 2017 года у самок судака отмечено увеличение абсолютной плодовитости с возрастом, так у четырехлеток абсолютная плодовитость составляла 210,9 тыс. шт., у шестилеток – 412,6 тыс. шт., а у десятилеток – 859,9 тыс. шт. Относительная плодовитость самок судака с возрастом снижается от 206,9 – 128,7 шт./г массы тела.

Многолетние исследования популяции судака на реке Обь в границах Алтайского края показали, что средняя масса особей изменяется от 284,9 г в возрасте 1+ до 6669,9 г в возрасте 9+. Ежегодный прирост массы тела колеблется от 184,3 до 1391,4 г, а в среднем составляет 798,1 г.

1.3. Сазан

Основу промыслового стада сазана Верховий Оби составляют особи пяти лет (4+), на долю которых приходится почти более 30,0 %. Доля рыб возраста 5+ и 6+ составляет около 20,0 и 15,0 % соответственно. Остальные возрастные группы в популяции отмечены в меньшей степени. В период с 2009 по 2017 год для популяции сазана характерно стабильное возрастное распределение.

Основную долю контрольного улова сазана в реке Обь в 2017 году составили особи возраста 4+ со средней массой 1250,9 г при средней промысловой длине 366,5 мм. Особи в возрасте 3+ имели среднюю массу 829,6 г при промысловой длине 287,2 мм. Одинадцатилетки (10+) имели среднюю промысловую длину 799,6 мм при средней массе 7485,8 г.

Исследование репродуктивных качеств популяции сазана в р. Обь показали, что особи становятся половозрелыми на 4 году жизни. Абсолютная плодовитость сазана с возрастом увеличивается. В весенний период 2017 года у пятилеток абсолютная плодовитость составляла 78,9 тыс. шт., у семилеток – 253,5 тыс. шт., а у девятилеток – 1386,9 тыс. шт. Относительная плодовитость самок сазана колеблется в пределах от 60,2 до 211,6 шт./г массы тела.

Многолетние исследования популяции сазана на реке Обь в границах Алтайского края показали, что средняя масса особей колеблется от 725,1 г в возрасте 3+ до 7485,9 г в возрасте 10+. Ежегодный прирост массы тела колеблется от 699,5 до 1278,9 г, а в среднем составляет 965,8 г.

1.4. Щука

Основу промыслового стада щуки Верховий Оби составляют особи двух-четырех лет (от 1+ до 3+), при этом на долю трехлеток (2+) приходится почти около 35,0 %. Доля рыб более старшего возраста незначительна. В период с 2009 по 2017 год отмечено стабильное преобладание в уловах особей в возрасте 2+, что является показателем малочисленности стада.

Основную долю контрольного улова щуки в реке Обь в 2017 году составили особи возраста 1+ – 3+ со средней массой от 276,2 до 1419,6 г при средней промысловой длине от 305,4 до 457,6 мм. Особи в возрасте 2+ имели среднюю массу 696,0 г при промысловой длине 402,1 мм. Девятилетки (8+) имели среднюю промысловую длину 1375,4 мм при средней массе 5276,4 г.

Многолетние исследования популяции щуки на реке Обь в границах Алтайского края показали, что средняя масса особей колеблется от 254,7 г в возрасте 1+ до 4176,1 г в возрасте 8+. Ежегодный прирост массы тела колеблется от 394,7 до 1004,6 г, а в среднем составляет 560,2 г.

1.5. Плотва

Промысловое стадо плотвы в реке Обь в 2017 году представлено шестью возрастными группами от 1+ до 6+ лет. Возрастная структура популяции плотвы, по данным научного лова, достаточно неоднородна, преобладают средневозрастные особи, в возрасте от трех до четырех лет (2+ - 3+) (рис. 14). Особи более старших возрастных групп в общем составляют не более ¼ промысловой части популяции. В многолетнем плане возрастная структура стада относительно стабильная, в различные годы имеются незначительные колебания численности различных возрастных групп.

Основную долю контрольного улова плотвы в реке Обь в 2017 году составили особи возраста 2+ и 3+ со средней массой 112,7 и 174,1 г при средней промысловой длине 170,1 и 200,9 мм соответственно. Особи в возрасте 4+ имели среднюю массу

263,9 г при промысловой длине 252,5 мм. Средняя масса семилеток (6+) составляла 578,8 г.

Исследование репродуктивных качеств популяции плотвы в р. Обь показали, что особи становятся половозрелыми на третьем году жизни.

Многолетние исследования популяции плотвы на реке Обь в границах Алтайского края показали, что средняя масса особей изменяется от 82,7 г в возрасте 1+ до 387,1 г в возрасте 6+. Ежегодный прирост массы тела колеблется от 35,8 до 100,2 г.

1.6. Окунь

Промысловое стадо окуня в Верховьях реки Обь характеризуется некоторым непостоянством возрастного состава. С 2010 года в структуре уловов преобладали особи в возрасте от четырех, до шести лет (3+ - 5+). В последующем наблюдалось постепенное повышение доли четырехлеток (3+) и снижение доли более старших возрастов. В 2016-2017 гг. основу промыслового стада окуня верховой Оби составляют особи четырех лет (3+), на долю которых приходится почти более 50,0 %. Доля рыб возраста 4+ и 5+ составляет не более 15,0 %. Остальные возрастные группы в популяции отмечены в меньшей степени.

Основную долю контрольного улова окуня в реке Обь в 2017 году составили особи возраста 3+ со средней массой 250,4 г при средней промысловой длине 242,4 мм. Особи в возрасте 1+ имели среднюю массу 71,2 г при промысловой длине 143,1 мм. семилетки (6+) имели среднюю промысловую длину 337,5 мм при средней массе 578,1 г.

Исследование репродуктивных качеств популяции окуня в р. Обь показали, что особи становятся половозрелыми на 3 году жизни. Абсолютная плодовитость окуня с возрастом увеличивается. В 2017 весенний период года у четырехлеток абсолютная плодовитость составляла 68,3 тыс. шт., у семилеток – 346,0 тыс. шт. Относительная плодовитость самок окуня колеблется в пределах от 419,1 до 606,4 шт./г массы тела.

Многолетние исследования популяции окуня на реке Обь в границах Алтайского края показали, что средняя масса особей колеблется от 60,5 г в возрасте 1+ до 509,5 г в возрасте 6+. Ежегодный прирост массы тела колеблется от 52,3 до 162,6 г.

1.7. Язь

Промысловое стадо язя в реке Обь в 2017 году представлено семью возрастными группами от 2+ до 8+ лет. Возрастная структура популяции язя, по данным научного лова, относительно равномерная, близкая к нормальному распределению, преобладают средневозрастные особи, в возрасте пяти лет (4+). В многолетнем плане возрастная структура стада стабильная, в различные годы имеются незначительные колебания численности старших возрастных групп.

Основную долю контрольного улова язя в реке Обь в 2017 году составили особи возраста 4+ со средней массой 569,7 г при средней промысловой длине 250,0 мм. Особи в возрасте 2+ имели среднюю массу 188,3 г при промысловой длине 216,0 мм. Средняя масса и промысловая длина девятилеток (8+) составляла 1898,9 г и 393,8 мм.

Многолетние исследования популяции язя на реке Обь в границах Алтайского края показали, что средняя масса особей изменяется от 323,1 г в возрасте 2+ до 1821,6 г в возрасте 8+. Ежегодный прирост массы тела колеблется от 164,9 до 330,1 г.

1.8. Карась

Промысловое стадо карася в Верховьях реки Обь характеризуется некоторым непостоянством возрастного состава. На протяжении последних восьми лет доминирующая возрастная группа в структуре стада постоянно менялась в диапазоне от четырех (3+) до шести (5+) лет и в количестве от 28,0 до 42,0 %.

Основную долю контрольного улова карася в реке Обь в 2017 году составили особи возраста 4+ со средней массой 282,4 г при средней промысловой длине 194,2 мм. Особи в возрасте 2+ имели среднюю массу 171,3 г при промысловой длине 142,3 мм, девятилетки (8+) имели среднюю промысловую длину 245,0 мм при средней массе 630,8 г.

Серебряный карась относится к видам рыб с порционным нерестом. Исследования плодовитости серебряного карася в реке Обь установили, что основу нерестового стада составляют особи в возрасте 3+ – 5+.

Многолетние исследования популяции карася на реке Обь в границах Алтайского края показали, что средняя масса особей колеблется от 171,3 г в возрасте 2+ до 560,3 г в возрасте 8+. Ежегодный прирост массы тела колеблется от 47,3 до 91,9 г.

1.9. Налим

Популяция налима в реке Обь в границах Алтайского края изучена слабо, по причине активной миграции и протекания нереста в зимний период, во время отсутствия научно-исследовательского лова. Накопленный биологический материал за последние три года свидетельствует о доминировании в структуре промыслового стада особей в возрасте от пяти (4+) до семи (6+) лет. Средняя масса особей налима в пятилетнем возрасте составляет 1359,3 г при средней промысловой длине – 522,4 мм. В возрасте семи лет налим достигает средней промысловой длины 601,3 мм и средней массы 2381,7 г.

В половом составе в уловах преимущественно отмечены самцы. Самки составляли не более 20,0 %. По причине отсутствия полноценных данных о состоянии популяции налима в реке Обь и достоверной промысловой статистики, оценка запаса данного вида проведена методом балльных систем. Согласно шкале комплексной оценки рек Алтайского края, река Обь соответствует 169 баллам, в том числе: по морфологическим факторам – 80 баллов, по гидролого-гидрохимическим – 32 балла, по гидробиологическим – 36 баллов, по антропогенным – 21 балл. Рассчитанная потенциальная рыбопродуктивность реки Обь в границах Алтайского края составляет 275,0 кг/км русла, или 436,7 т на 458 км реки и 1130 км проток, заливов и стариц.

Согласно многолетней промысловой статистики доля налима в уловах составляет 2,8 %. Однако, принимая во внимание неофициальные сведения о его изъятии рыбаками-любителями и ННН-промыслом в зимний период, доля данного биоресурса в уловах составляет не менее 3,5 %. Таким образом промысловый запас налима в реке Обь в границах Алтайского края составляет 15,3 т.

Река Обь в границах Алтайского края является основным рыбопромысловым водным объектом. На акватории реки Обь в административных границах Алтайского края сформировано 23 рыболовных участков. Доминирующим видом в структуре промысловых уловов в водном объекте отмечен лещ.

Гидрологические и температурные условия в реке Обь в период нереста на протяжении последних лет были благоприятны, что способствовало увеличению промыслового запаса ихтиофауны.

В 2017 году промысловое изъятие леща составила 128,8 т, или 47,0 % от общего освоения всех промысловых видов рыб. Анализ данных официальной промысловой статистики свидетельствует о постепенном увеличении численности промыслового стада леща в реке Обь. За последние восемь лет объем фактического вылова данного вида увеличился с 78,5 до 133,0 т.

Вторым по численности промысловым видом в реке Обь в границах Алтайского края отмечена плотва, на долю которой приходится около $\frac{1}{4}$ от общего объема вылова.

За период с 2009 по 2017 год объем изъятия данного вида увеличился вдвое, с 34,7 до 69,8 т.

С 2009 года в Алтайском крае наблюдается общее увеличение объемов добычи (вылова) промысловых видов ихтиофауны в реке Обь и ее протоках. Объем промыслового изъятия рыбы в реке Обь в границах Алтайского края увеличилась вдвое, с 136,5 до 266,8 т, преимущественно за счет увеличения численности леща и плотвы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Зеленцов Н.В., Михайлов А.В. Состояние промысла и перспективы повышения рыбопродуктивности водоемов Алтайского края / Материалы международной научной конференции «Современное состояние водных биоресурсов и экосистем морских и пресных вод России: проблемы и пути». Ростов-на-Дону 2010. С. 233 – 236.

2. Веснина Л.В. Биологическая продуктивность и перспективы освоения гипергалинных озер Сибири // «О развитии рыбохозяйственного комплекса Сибири»: материалы окружного совещания. Новосибирск, 2011. С.61 –71.

3. Веснина Л.В., Журавлев В.Б., Новоселов В.А. и др. Водоемы Алтайского края: биологическая продуктивность и перспективы использования. Новосибирск: Наука. Сиб. предприятие РАН, 1999. 284 с.

THE MODERN STATUS OF WATER BIOLOGICAL RESOURCES OF THE UPPER OBJI OF THE ALTAI TERRITORY

Vesnina Lyubov Viktorovna, Doctor of Biological Sciences, Professor, Director
Romanenko Georgy Anatolievich, Junior researcher
Lukerin Alexey Yurievich, Scientific employee
Teryaeva Irina Yuryevna, Junior researcher
Zelentsov Nikolay Vitalyevich, Scientific employee

Altai branch of FGBNU "Gosrybtsentr", Barnaul, Russia,
e-mail: artemiaprgn@mail.ru

The purpose of this work was to study the distribution, abundance and reproduction of aquatic bioresources in the Verkhov River. Ob in the Altai region. The actual features of the distribution, abundance and reproduction of aquatic bioresources of the upper reaches of the river have been studied. Ob in the Altai region. The main factors of the water environment of the watercourse are considered, the characteristics of the state of the fishing base are given, the characteristics of the distribution, abundance and reproduction of the main commercial species of aquatic bioresources are estimated. Ob in the Altai region.

СПОРТИВНО-ЛЮБИТЕЛЬСКОЕ РЫБОЛОВСТВО ОЗЕРА ТЕЛЕЦКОЕ РЕСПУБЛИКИ АЛТАЙ

Веснина Любовь Викторовна, профессор, д-р биол. наук, директор
Трофимов Аркадий Николаевич, канд. биол. наук, старший научный сотрудник
Романенко Георгий Анатольевич, младший научный сотрудник
Теряева Ирина Юрьевна, младший научный сотрудник

Алтайский филиал ФГБНУ «Госрыбцентр», Барнаул, Россия,
e-mail: artemiaprgn@mail.ru

Целью данной работы было выявление размерно-возрастной структуры промысловых и нерестовых стад исследуемых видов водных биоресурсов, их численности, биомассы, взаимовлияний, уточнения ареала распространения изучаемых видов, определения эффективности нереста, изучения очагов паразитарных заболеваний, сбора материала для оценки экологической безопасности водных биоресурсов. Дана характеристика состояния ихтиофауны для спортивно-любительского лова, произведена оценка особенностей распространения, численности и воспроизводства основных видов водных биоресурсов озера Телецкое Республики Алтай

Для водных объектов Республики Алтай характерны высокие показатели уровня растворенного в воде кислорода в течение всего календарного года. Газовый режим водоемов не влияет на характер зимовки рыб и, в целом, случаи заморозов чрезвычайно редки.

Сбор ихтиологического материала осуществляется для получения обоснованных выводов по динамике численности рыб в оз. Телецкое в течение 36 сетесуток. Проведен лов ставными сетями, мальковыми волокушами и фитилями. Для полного биологического анализа исследовано 30-50 экз. особей каждой возрастной группы, массовые промеры промысловых видов включали по 250-500 экз. в зависимости от численности и средней массы рыб. Всего за вегетационный период обследовано 4 666 экземпляров рыб, в том числе 1047 экземпляров – на ПБА, 3619 экз. подверглись массовому промеру. Кроме того, было отобрано 105 паразитологических проб и 7 образцов на экологическую безопасность. Следует отметить, что вылов тайменя, ввиду его малой численности и ограниченности по времени лова, возможен исходя из среднего возможного улова за 30 дней, составляющего 100 кг.

Для озера Телецкое характерно не полное оледенение в зимнее время. Северная часть озера ежегодно покрывается льдом, тогда как южная, наиболее глубокая, замерзает сравнительно редко. Замерзание начинается от истока реки Бия. Льдом покрываются сразу большие пространства водоема. В отдельные годы лед бывает исключительно прозрачный, через него просматривается дно на глубине 5,0 – 6,0 м. В ходе анализа биотических и абиотических факторов на озере Телецкое была отмечена значительная стабильность параметров, характеризующаяся незначительными, часто локальными изменениями на акватории водоема и прилегающей территории.

В первой половине мая 2017 года на озере Телецкое в районе устья реки Чулышман наблюдался низкий уровень воды (в пределах значений 2016 г.), что послужило задержкой начала нерестового хода основных видов рыб (рис. 1).

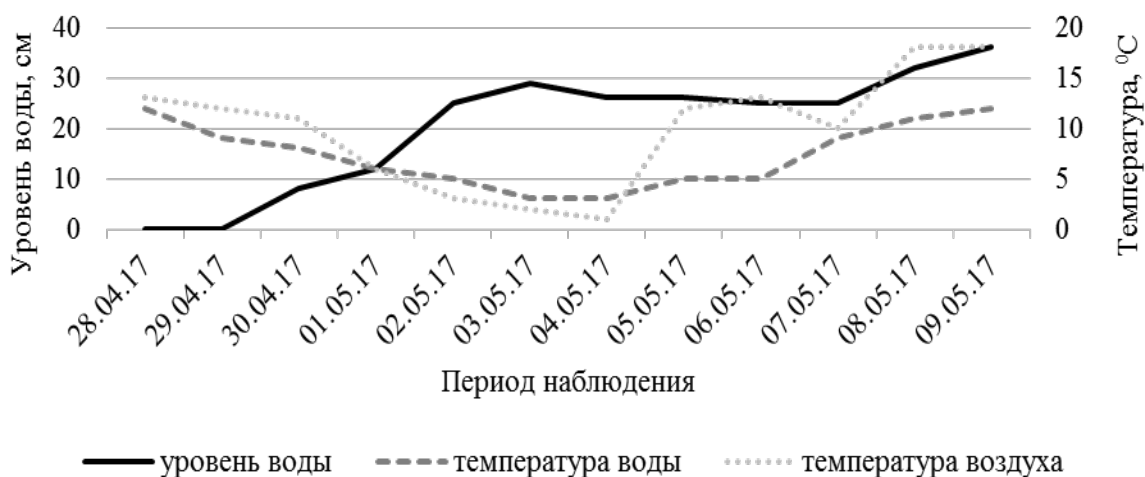


Рис.1. Динамика температурного режима и уровня воды озера Телецкое (устье р. Чулышман), апрель - май 2017 г.

Среднесуточная температура воздуха в период исследования колебалась от 3,0 до 18,0 °С, периодически поднимаясь в течение суток до 23 °С. Температура верхнего слоя воды (0,5 м) в указанный период на глубоководных участках озера колебалась в пределах от 3,0 до 8,0 °С, на мелководных участках – от 1,0 до 13,0 °С.

В осенний период (сентябрь–ноябрь) уровень воды был нестабильным. Во второй половине сентября наблюдалось резкое повышение уровня с 236 до 272 см над нулем водомерного поста за 11 суток. В последующем отмечено постепенное снижение уровня до 201 см на 01 ноября. В первой половине ноября продолжалось постепенное снижение уровня до 186 см над нулем водомерного поста (14 ноября) (рис. 2). Температура воды за указанный период так же имела тенденцию на снижение. За вторую половину сентября (с 14 по 28.09) температура воды снизилась с 14,4 до 7,5 °С. В ноябре температура воды была относительно стабильной и колебалась в диапазоне от 3,5 до 2,4 °С.

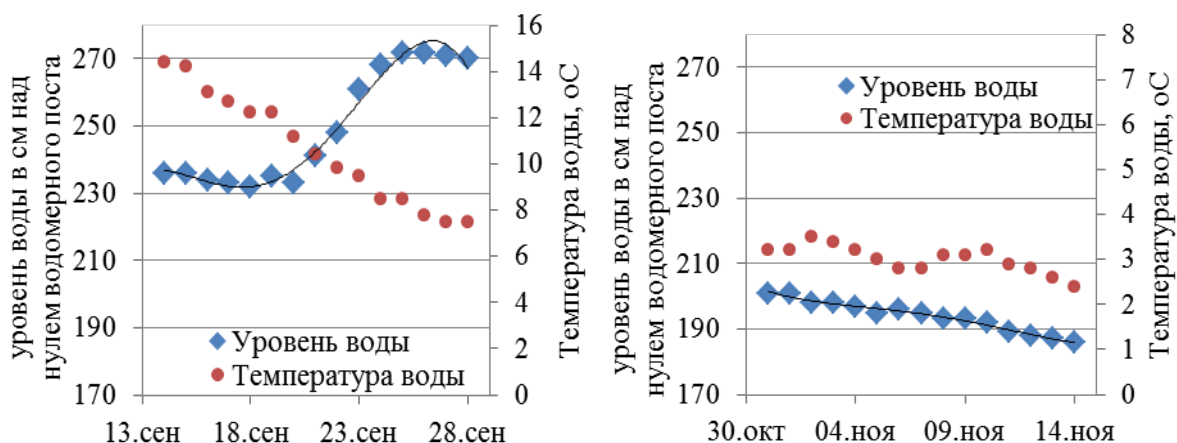


Рис.2. Динамика абиотических факторов среды в озере Телецкое Республики Алтай в районе с. Артыбаш, 2017 г. (сентябрь, ноябрь)

Гидрологический уровень озера Телецкое в весенний период характеризовался резким подъемом уровня воды с 29 апреля по 03 мая на 29 см, с последующим его постепенным увеличением до отметки 0,36 м от уровня на начало исследования. Температура воды характеризовалась постепенным снижением в конце апреля – первых числах

мая, с последующим повышением. Колебание температуры воды отмечены от +3 до +12 °С.

В весенних уловах рыбы наибольший возрастной ряд был охвачен у тайменя (7 лет), наименьший возрастной ряд отмечен у сига, ельца и окуня (3 года).

При оценке скорости массового прироста ихтиофауны установлено, что у всех основных промысловых видов: хариуса, сига, щуки, окуня и ельца скорость прироста массы характеризуется экспоненциальной зависимостью (рис.3).

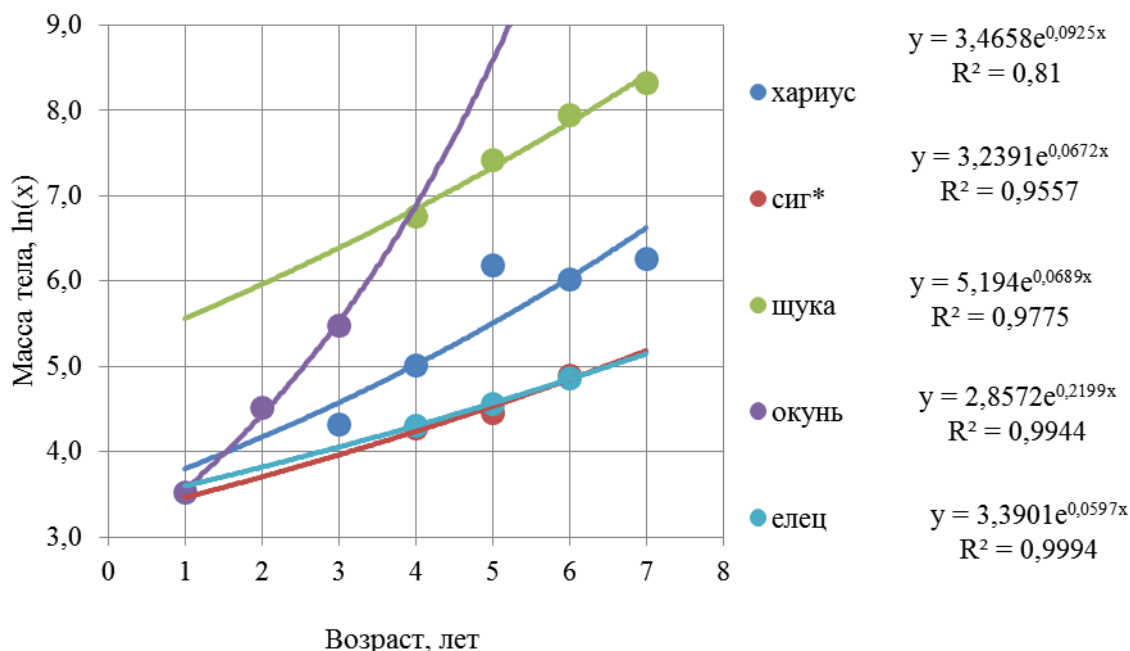


Рис.3. Зависимость массы тела рыб от возраста в озере Телецком Республики Алтай в 2017 г.

1. Характеристика состояния промысловой базы и спортивно-любительского рыболовства

В настоящее время, согласно Правилам рыболовства для Западно-Сибирского рыбохозяйственного бассейна [1], в водных объектах Республики Алтай промышленное рыболовство запрещено, в водоемах и водотоках региона осуществляется спортивно-любительское рыболовство, рыболовство в научно-исследовательских и контрольных целях, рыболовство в целях обеспечения традиционного образа жизни и осуществления традиционной хозяйственной деятельности коренных малочисленных народов и товарное рыбоводство.

Попытки промысла рыбы в оз. Телецкое, предпринятые в 30–40-х годах XX века, экономически себя не оправдали (12,0 т/год). К 70-м годам XX века дальнейшее рыбохозяйственное освоение водоемов Республики Алтай в промышленных целях было прекращено ввиду экономической нецелесообразности. Данное обстоятельство и по сей день обуславливает низкий уровень рыбохозяйственного использования большинства водных объектов региона. Не является исключением и озеро Телецкое. Исходя из действующих Правил рыболовства [1], изъятие большей части запаса водных биоресурсов происходит лишь при ННН-промысле. Интенсивность этого лова значительно варьирует в течение года. Максимум изъятия отмечен в преднерестовый период, минимум – в летний и осенний сезоны года.

2. Биологическая характеристика объектов рыболовства, состояние запасов и оценка РОВ

2.1. Обыкновенный таймень (*Hucho taimen* (Pallas, 1773))

Обыкновенный таймень (*Hucho taimen* (Pallas, 1773)) широко распространен в водных объектах Республики Алтай. Наиболее крупные стада обитают в р. Катунь, р. Бия и оз. Телецкое, где для вида характерно расселение по всему водоему, однако особи отдадут предпочтение порогам и устьям, впадающих в него рек.

В контрольных уловах тайменя в оз. Телецкое присутствовали особи в возрасте от 1+ до 11+, с преобладанием восьмилеток (46,4 %) (таблица 1).

Таблица 1

Размерно-возрастной состав обыкновенного тайменя в озере Телецкое Республики Алтай, 2015-2017 гг.

Возраст, лет	Масса рыб, г		Промысловая длина тела, мм		Возрастные группы, %
	средняя	lim	средняя	lim	
1+	278,0	270,0-283,0	280,0	-	2,4
2+	560,0	-	330,0	-	1,3
3+	3150,0±80,1	3064,0-3310,0	576,7±12,0	560,0-600,0	5,7
5+	4157,1±28,2	3823,0-4337,0	658,0±2,6	600,0-714,0	14,6
7+	5536,7±179,6	3680,0-9150,0	689,0±4,2	597,0-820,0	46,4
9+	12765,4±247,1	12515,0-12874,0	937,0±2,7	920,0-957,0	15,3
11+	18810,3±212,2	18281,0-19326,0	1091,0±2,7	1024,0-1154,0	14,3

В 80-е годы XX века уловы обыкновенного тайменя в водоемах Республики Алтай достигали 8,0 т в год, составляя около 9,0 % от общего вылова. Последние 15 лет официальный промысел в водоемах региона прекратился, основное изъятие тайменя осуществляется незаконно при помощи ставных жаберных сетей. Пик незаконного изъятия приходится на время преднерестового и нерестового периода. В целом лов тайменя не носит организованный характер, ввиду незначительной плотности промыслового стада.

Оценка состояния промысловых запасов и обоснование объемов возможного вылова тайменя проводилась с помощью метода балльных систем, который широко применяется для определения потенциальной рыбопродуктивности озер с естественной ихтиофауной и озер товарного рыбоводства [2 – 5].

Озеро Телецкое. Площадь – 22300 га (10 баллов), средняя глубина – 174 м (1 балл), максимальная глубина – 325 м (1 балл), высота над уровнем моря – 453 м (8 баллов), амплитуда колебаний уровня воды – 4,5 м (5 балла), общая минерализация – 64,3 мг/л (9 баллов), pH – 7,3 (7 баллов), преобладающие грунты – песок-галька (7 баллов), первичная продукция фотосинтеза – 205 ккал/м² (2 балла), среднегодовая биомасса зоопланктона – 0,038 г/м³ (1 балл), среднегодовая биомасса бентоса – 2,2 г/м² (2 балла), число видов рыб в составе ихтиофауны – 13 (10 баллов).

Сумма произведений показателя шкалы комплексной оценки на коэффициенты их значимости составляет: (10×1) + (1×3) + (1×3) + (8×3) + (5×3) + (9×3) + (7×1) + (7×3) + (2×3) + (1×3) + (2×3) + (10×1) = 135 баллов. Потенциальная рыбопродуктивность, определенная по уравнению линейной регрессии для озер, составляет 7,0 кг/га. Промысловый запас рыб в озере оценивается объемом 157,1 т. Рекомендованный объем вылова для спортивно-любительского рыболовства составляет 39,2 т.

Доля обыкновенного тайменя в ихтиоценозе озера Телецкое составляет 5,1 %, следовательно, рекомендованный объем вылова составит 2,0 т.

2.2. Хариус (виды рода *Thymallus*)

Для сибирского хариуса в озере Телецкое характерно расселение по всему водоему, однако для вида характерно избегание глубин более 30,0 – 35,0 м. Наибольшие концентрации сибирского хариуса отмечены вблизи устьев рек Чулышман, Самыш, Корбу, Кокша, Кыга и др. Хариус не совершает больших миграций.

Стадо сибирского хариуса в контрольных уловах 2017 г. в озере Телецкое сформировано особями 3+ – 7+ лет. Длина тела рыб варьирует от 176,0 до 316,0 мм, а масса рыб от 75,5 до 524,0 г. Основу численности сибирского хариуса составляли особи в возрасте четырех-пяти лет со средней массой 75,5 и 149,5 г при средней длине 176,5 и 217,2 мм соответственно (таблица 2).

Таблица 2

Размерно-возрастная структура популяции сибирского хариуса оз. Телецкое Турочакского и Улаганского районов Республики Алтай, 2017 г.

Возраст	Промысловая длина, мм		Масса, г		Возрастные группы, %
	средняя	lim	средняя	lim	
3+	176,5±2,4	162,0-186,0	75,5±3,5	55,0-91,0	40,7
4+	217,2±4,5	200,0-246,0	149,5±10,8	99,0-213,0	40,7
5+	305,5±40,5	265,0-346,0	487,5±216,5	271,0-704,0	7,4
6+	290,0±5,0	285,0-295,0	413,5±22,5	391,0-436,0	7,4
7+	316,0		524,0		3,8

Половозрелым сибирский хариус становится в трехлетнем возрасте (таблица 3). Абсолютная плодовитость хариуса составляла от 2241 до 3155 икринок и закономерно увеличивается с возрастом, но при этом, икринки становятся крупнее, и относительная плодовитость снижается. На нерест сибирский хариус заходит в реки, впадающие в озеро, поднимаясь до самых верховьев, проникая в притоки второго порядка.

Таблица 3

Плодовитость сибирского хариуса озера Телецкое, 2017 г.

Возраст рыбы	Средняя масса, г	Средняя масса гонад, г	Абсолютная плодовитость, шт.	Относительная плодовитость, шт. / г
4+	233,5	21,52	2241	11,3
5+	411,0	47,25	3155	7,7

Доля сибирского хариуса в ихтиоценозе озера Телецкое составляет 24,9 %, рекомендованный объем вылова для спортивно-любительского рыболовства составил 9,7 т.

Сибирский хариус в водных объектах Республики Алтай отмечен одним из наиболее приоритетных объектов спортивно-любительского рыболовства. В Республике Алтай не установлена промысловая мера на вылов хариуса [1], таким образом, не исключается вылов молоди. Значительная доля хариуса в Республике Алтай вылавливается в преднерестовый и нерестовый периоды, что наносит значительный ущерб половозрелой части популяции. Неконтролируемое незаконное изъятие особей до нереста способно значительно сократить промысловые стада вида.

2.3. Обыкновенный сиг (*Coregonus lavaretus* Gmelin, 1788)

Обыкновенный сиг (*Coregonus lavaretus* Gmelin, 1788) в озере Телецкое является самым многочисленным и повсеместно распространенным видом. Наблюдаются сезонные перемещения стад в озере. Весной и в первой половине лета, пока вода в озере холодная, рыба держится мелководных участков – в устье р. Чулышман и в заливах, в июле – августе, с прогреванием воды, уходит в глубоководную зону.

В контрольных уловах обыкновенного сига озера Телецкое в весенний период (апрель-май 2017 г.) было отмечено 3 возрастные группы, основу промыслового стада составили шестилетние особи (62,2 %), со средней массой 86,3 г при средней промысловой длине 191,1 мм (таблица 4).

Снижение размерно-весовых показателей обыкновенного сига в старших возрастных группах, наблюдаемых ранее, свидетельствует об увеличении численности популяции выше оптимальной. Исходя из стабильности размерно-весовых характеристик и численности стада, можно предполагать, что воздействие промысла не оказывает влияние на численность обыкновенного сига.

Таблица 4

Размерно-возрастная структура популяции обыкновенного сига оз. Телецкое Турочакского и Улаганского районов Республики Алтай, 2017 г.

Возраст	Промысловая длина, мм		Масса, г		Возрастные группы, %
	средняя	lim	средняя	lim	
4+	178,6±1,7	170,0-200,0	71,8±1,9	56,0-97,0	26,7
5+	191,1±1,2	170,0-212,0	86,3±1,8	50,0-128,0	62,2
6+	221,9±3,3	210,0-245,0	132,8±7,2	111,0-186,0	11,1

Половозрелости обыкновенный сиг достигает в возрасте трех-четырёх лет (таблица 5). С возрастом увеличиваются такие параметры, как масса гонад и абсолютная плодовитость. Осенние преднерестовые концентрации образует в основном в мелководной северо-западной части озера. Нерест его происходит в октябре – ноябре при температуре воды плюс 4 –5 °С на галечном грунте в малопроточных участках. Инкубационный период длится всю зиму до распаления льда и занимает около 200 суток.

Таблица 5

Оценка плодовитости обыкновенного сига в озере Телецкое Республики Алтай, 2017 г.

Возраст рыбы	Средняя масса, г	Средняя масса гонад, г	Абсолютная плодовитость, тыс. шт.	Относительная плодовитость, тыс. шт. / г
2+	15,8	0,9	496,7	35,2
3+	22,0	1,3	622,9	28,0
4+	92,9	2,5	3593,8	39,8
5+	110,0	4,4	4313,0	39,2

Доля обыкновенного сига в ихтиоценозе озера Телецкое составляет 25,6 %. Рекомендованный объем вылова составляет 10,0 т.

Обыкновенный сиг, на которого приходится более 25,0 % промыслового запаса рыб в озере Телецкое, всегда являлся главным объектом рыболовства. Поскольку сиг не ловится на удочку или иное любительское орудие лова, освоение его запасов происходит фактически исключительно с использованием ставных сетей. В настоящее время запасы обыкновенного сига, ввиду отсутствия на водоеме рыбопромыслового участка, практически не осваиваются. Изъятие части запаса происходит лишь при ННН-промысле, либо при осуществлении лова в научно-исследовательских и контрольных целях.

2.4. Щука (виды рода Esox)

Обыкновенная щука в озере Телецкое встречается в основном в литоральной зоне, массовые ее скопления наблюдаются лишь в мелководных участках Кыгинского и особенно Камгинского заливов. Щука придерживается биотопов с наличием хорошо

развитой водной растительностью. В реки, впадающие в озеро Телецкое, обыкновенная щука не заходит, а придерживается лишь приустьевых участков.

В контрольных уловах обыкновенной щуки в озере Телецкое в весенний период (апрель-май 2017 г.) были представлены особи в возрасте от 4+ до 7+, с преобладанием шестилеток (53,3 %). Средняя масса обыкновенной щуки в уловах составляла 2216,3 г при средней длине 576,6 мм (таблица 6).

Таблица 6

Размерно-возрастная структура популяции обыкновенной щуки оз. Телецкое Турочакского и Улаганского районов Республики Алтай, 2017 г.

Возраст	Промысловая длина, мм		Масса, г		Возрастные группы, %
	средняя	lim	средняя	lim	
4+	446,2±20,7	396,0-510,0	864,3±115,1	540,0-1215,0	40,0
5+	560,3±9,7	512,0-603,0	1676,6±88,6	1310,0-2118,0	53,3
7+	724,0	-	4108,0	-	6,7

Доля обыкновенной щуки в ихтиоценозе озера Телецкое составляет 7,2 %. Рекомендованный объем вылова для спортивно-любительского рыболовства составляет 2,8 т. Щука в водных объектах Республики Алтай отмечена как один из основных объектов спортивно-любительского рыболовства и ННН-промысла.

2.5. Елец (Leuciscus leuciscus)

Елец широко распространенный вид, однако его промысловые скопления в водных объектах Республики Алтай связаны с бассейном р. Бия и озером Телецкое. После нереста в устье реки Чулышман в конце мая – начале июня елец совершает групповые миграции в Кыгинский залив, где держится все лето. С наступлением похолодания воды наблюдается слабовыраженный ход ельца к устью р. Чулышман. С декабря елец массово залегает в самом низовье реки на перекатах под толстым слоем льда, где становится недоступен для хищников.

В составе контрольных уловов (апрель-май 2017 г.) были отмечены особи ельца в возрасте от 4+ до 6+. Подавляющее большинство отловленных особей составляли пяти- и шестилетки со средней массой 74,3 и 95,7 г и средней промысловой длиной – 164,1 и 176,0 мм соответственно (таблица 7).

Таблица 7

Размерно-возрастная структура популяции ельца в озере Телецкое Турочакского и Улаганского районов Республики Алтай, 2017 г.

Возраст	Промысловая длина, мм		Масса, г		Возрастные группы, %
	средняя	lim	средняя	lim	
4+	164,1±1,3	146,0-180,0	74,3±1,9	49,0-97,0	43,5
5+	176,0±1,7	140,0-199,0	95,7±3,2	65,0-171,0	44,7
6+	193,0±3,2	176,0-212,0	128,3±8,4	99,0-183,0	11,8

В озере Телецкое условия обитания ельца близки к экологическому оптимуму, а популяция слабо подвержена промысловому воздействию. Елец является объектом любительского рыболовства. Основная масса вылавливается в устье р. Чулышман. В ходе анализа состояния промыслового стада ельца оз. Телецкое отмечена его значительная стабильность. Устойчивое пополнение в условиях незначительных, но часто локальных изменений на акваториях водоемов и прилегающей территории, стабильная промысловая нагрузка, не вызывает значительных колебаний численности вида. Запасы ельца находятся в стабильном состоянии и не вызывают опасений.

Доля ельца в ихтиоценозе озера Телецкое – 17,9 %. Рекомендованный объем вылова для спортивно-любительского рыболовства составляет – 7,0 т.

2.6. Окунь пресноводный (*Percf fluviatilis*)

Речной окунь в озере Телецкое, как и обыкновенная щука, придерживается преимущественно мелководных участков Камгинского и Кыгинского заливов и устья реки Чулышман, больших миграций в озере не совершает. Осенью, с понижением температуры и началом штормовой погоды, речной окунь отходит от берегов на глубину 25,0 – 40,0 м.

В контрольных уловах (апрель-май 2017 г.) речной окунь был представлен тремя возрастными группами (1+ –3+). В уловах преобладали особи трехлетнего возраста (69,0 %), со средней массой 91,9 г при средней промысловой длине 168,1 мм (таблица 8).

Таблица 8

Размерно-возрастная структура популяции речного окуня оз. Телецкое Турочакского и Улаганского районов Республики Алтай, 2017 г.

Возраст	Промысловая длина, мм		Масса, г		Возрастные группы, %
	средняя	lim	средняя	lim	
1+	117,5±17,5	100,0-135,0	34,0±15,0	19,0-49,0	4,8
2+	168,1±2,8	136,0-195,0	91,9±5,3	48,0-164	69,0
3+	214,9±2,8	195,0-230,0	238,5±12,4	165,0-311,0	26,2

Окунь в водных объектах Республики Алтай отмечен как один из основных объектов спортивно-любительского рыболовства. Ведение организованного спортивно-любительского рыболовства на водных объектах Республики Алтай не окажет негативного влияния на численность популяции окуня.

Доля речного окуня в ихтиоценозе озера Телецкое – 10,3 %. Рекомендованный объем вылова для спортивно-любительского рыболовства составляет – 4,0 т.

2.7. Налим (*Lota lota*)

В контрольных уловах рыбы в озере Телецкое популяция налима была представлена особями трех возрастных групп от 1+ до 3+. Основу промыслового стада составляли особи в возрасте трех лет (66,6 %). Средняя масса налима четырехлеток в уловах составляла 750,0 г при промысловой длине 436,7 мм (таблица 9).

Таблица 9

Размерно-возрастной состав налима в озере Телецкое Республики Алтай, 2017 г.

Возраст, лет	Промысловая длина, мм		Масса рыб, г		Возрастные группы, %
	средняя	lim	средняя	lim	
1+	276,0±14,7	248,0-298,0	147,7±15,2	126,0-177,0	11,2
2+	316,7±15,2	250,0-355,0	290,8±39,7	139,0-392,0	22,2
3+	436,7±6,4	380,0-480,0	750,0±27,5	525,0-1004,0	66,6

Налим в водных объектах Республики Алтай располагается на третьем месте по объемам вылова спортивно-любительским рыболовством. Преобладание младших возрастных групп в уловах свидетельствует о высоком уровне естественного пополнения промысловых стад налима озере Телецкое. Популяция налима в озере имеет стабильные запасы. Локализуясь преимущественно на глубинах от 25,0 до 60,0 м, налим становится малодоступным объектом для спортивно-любительского лова, добыча его осуществляется в основном браконьерским способом. На озере Телецкое его добыча (вылов) осуществляется различными орудиями лова в течение всего года, но в основном в

осенне-зимний период. Поскольку налима – осенне-нерестующий вид, его добыча в период нерестовых миграций оказывает негативное влияние на состояние популяции и пополнение промыслового запаса.

Доля налима в ихтиоценозе озера Телецкое – 8,2 %. Рекомендованный объем вылова для спортивно-любительского рыболовства составляет – 3,2 т.

2.8. Другие виды

Помимо вышеупомянутых видов в озере Телецкое отмечены серебряный карась и лещ, составляющие не более 1,3 % ихтиофауны водоема. Рекомендованный объем их вылова для спортивно-любительского рыболовства составляет – 0,5 т.

3. Оценка безопасности объектов рыболовства для потребителей

В оз. Телецкое в границах Улаганского и Турочакского районов Республики Алтай обнаружили всего одиннадцать видов: простейших – один, цестод – один, трематод – семь, нематод – два вида паразитов. Исследование желудочно-кишечного тракта обыкновенной щуки показало высокую зараженность рыб *Trienophorus nodulosus* – зараженность составляла 100,0 %, максимальная интенсивность инвазии – 15 экз., индекс обилия – 6,0. Зараженность сига возбудителями болезней не отмечена. Также среди зарегистрированных паразитов, у обыкновенного тайменя преобладал *Azygia sp.* Зараженность составляла 75,0 %, максимальная интенсивность инвазии – 16 экз. на поверхности тела, жабрах и плавниках, индекс обилия – 11,0 (таблица 10). Все обнаруженные паразиты не входят в перечень паразитов, описанных в Методах санитарно-паразитологической экспертизы рыбы, моллюсков, ракообразных, земноводных, пресмыкающихся и продуктов их переработки [6]. Нет превышения количества обнаруженных у рыб норм паразитов по оценке пищевой пригодности рыбной продукции и условиям ее реализации в качестве продукта питания при наличии в мясе гидробионтов (рыба, моллюски, ракообразные, земноводные, пресмыкающиеся) паразитов (погибших и неопасных для здоровья человека и животных) [7].

Таблица 10

Подверженность основных промысловых видов рыб наиболее значимым инвазионным заболеваниям

Водный объект	Вид рыбы	Основные виды паразитов	ЭИ, %	ИИ	ИО
Оз. Телецкое Республики Алтай	таймень	<i>Azygia sp</i>	75,0	2-16	12
	щука	<i>Trienophorus nodulosus</i>	100,0	7-15	6
Обь с протоками в границах Первомайского района Алтайского края	плотва	<i>Posthodiplostomum cuticola</i>	40,0	3-100	15
	лещ	<i>Posthodiplostomum cuticola</i>	30,0	1-9	2
	язь	<i>Opisthorchis felineus</i>	82,5	12-36	17
р. Обь с протоками в границах Каменского района Алтайского края	плотва	<i>Posthodiplostomum cuticola</i>	31,0	3-45	14
	лещ	<i>Posthodiplostomum cuticola</i>	42,0	7-89	23

Спектральный анализ содержания элементов в тканях изучаемых видов рыб, проведенный специалистами Испытательного центра ФГБНУ «Госрыбцентр» (г. Тюмень), позволил выявить следующее. Среднее содержание *As*, *Cd*, *Pb* и *Hg* в тканях не превышает допустимых концентраций (таблица 11).

**Среднее содержание металлов в тканях рыб озера Телецкое Республики Алтай,
мкг/г сырой массы, 2017 г.**

Металл							
Pb		Cd		Hg		As	
Содержание, мкг/г	ПДК, мкг/г	Содержание, мкг/г	ПДК, мкг/г	Содержание, мкг/г	ПДК, мкг/г	Содержание, мкг/г	ПДК, мкг/г
0,16-0,27	1,0	0,0095-0,035	0,2	0,043-0,177	0,5	0,031-0,50	1,0

Как следует из данных, представленных в таблице, концентрация определявшихся металлов в мышечной ткани рыб из оз. Телецкое Республики Алтай в большинстве выборок невысокая – ниже или существенно ниже существующих в России допустимых остаточных концентраций (ДОК) этих элементов в свежих рыбопродуктах. Сравнительно высокая (но не выше ДОК) концентрация As – 0,50 (при ПДК – 1,0) у ельца и Hg – 0,177 (при ПДК – 0,5) у речного окуня. По всей видимости, различия в характере накопления тяжелых металлов связаны с особенностями конкретных условий обитания (прежде всего рН воды и донных отложений, количества растворенной органики), экологии (типа питания, миграции и др.) и физиолого-биохимическим статусом организма рыб.

Анализ накопления тяжелых металлов свидетельствует о зависимости этого процесса от условий обитания и экологии рыб. Концентрация тяжелых металлов в тканях рыб в среднем сравнительно низкая и не превышает ДОК для свежих продуктов, что является косвенным подтверждением результатов определения тяжелых металлов в водоемах химическими методами [8].

В целом необходимо регулярно отслеживать содержание металлов, в том числе и токсичных, в организме рыб, обитающих не только в загрязненных водоемах, но и в относительно чистых. Это позволит накапливать информацию о фоновом содержании изучаемых элементов в организме рыб и оценивать антропогенную нагрузку на водоемы, используя методы ихтиоиндикации.

Отсутствие промышленного лова на водных объектах Республики Алтай создает условия для стабильного развития всех представителей ихтиоценоза. Основная нагрузка на ихтиофауну исходит от спортивно-любительского рыболовства и ННН-промысла, которые ориентированы на вылов более ценных видов рыб (обыкновенный таймень, сибирский хариус, обыкновенный сиг, обыкновенная щука, налим). Малоценные виды высокими темпами увеличивают численность промысловых стад.

Величина рекомендуемого объема вылова водных биоресурсов в водных объектах Республики Алтай составляет 39,2 т. Весь предоставленный рекомендуемый объем добычи (вылова) приходится на озеро Телецкое Улаганского и Турочакского района, в том числе по видам: хариус – 9,7 т, таймень – 2,0; сиг – 10,0; налим – 3,2; щука – 2,8; окунь – 4,0; елец – 7,0 т и другие виды (карась, лещ) – 0,5 т.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Приказ Министерства сельского хозяйства России № 402 от 22.10.2014 «Об утверждении правил рыболовства для Западно-Сибирского рыбохозяйственного бассейна» // Электрон. дан. Режим доступа URL: <http://docs.cntd.ru/document/420231383> (дата обращения 05.07.2018)
2. Китаев С. П. Ихтиомасса и рыбопродукция малых и средних озер и способы их определений. СПб: Наука, 1994. 177с.
3. Китаев С.П. Экологические основы биопродуктивности озер разных природных зон. М.: Наука, 1984. 207 с.

- 4 Мухачев И. С. Озерное рыбководство. М.: Наука, 1989. 161 с.
5. Huet M. The evaluation of the fish productivity in fresh waters. *Limnol.*1961.Vol.15, N.1. P.524–527.
6. МУК 3.2.988-00 Методы санитарно-паразитологической экспертизы рыбы, моллюсков, ракообразных, земноводных, пресмыкающихся и продуктов их переработки.
7. Постановление главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 22 августа 2014 года N 50 «Об утверждении СанПиН 3.2.3215-14 "Профилактика паразитарных болезней на территории Российской Федерации"».
8. Попов П.А., Андросова Н.В. Содержание тяжелых металлов в мышечной ткани рыб из водоемов бассейна реки Оби. // Вестник Томского государственного университета. Биология. 2014. № 4 (28). С.108-122.

SPORTS-AMATEUR FISHING OF LAKE TELETSK OF THE REPUBLIC OF ALTAI

Vesnina Lyubov Viktorovna, Doctor of Biological Sciences, Professor, Director
Trofimov Arkadiy Nikolaevich, Candidate of Biological Sciences, Star Scientific
Researcher
Romanenko Georgiy Anatolievich, Junior researcher
Teryaeva Irina Yuryevna, Junior researcher

Altai branch of FGBU "Gosrybtsentr" Barnaul, Russia, e-mail: artemiaprgn@mail.ru

The purpose of this work was to identify the size-age structure of the prospective and spawning stocks of the studied species of aquatic biological resources, their abundance, biomass, mutual influences, clarification of the distribution range of the species under study, determine spawning efficacy, study foci of parasitic diseases, safety of aquatic biological resources. The characteristics of the ichthyofauna status for sport-amateur fishing are given, the features of distribution, abundance and reproduction of the main species of aquatic biological resources of Lake Teletskoye in the Altai Republic are assessed.

УДК 639.2.05

К ВОПРОСУ ПРИМЕНЕНИЯ И ОБОЗНАЧЕНИЯ СТАНДАРТНЫХ ОРУДИЙ ЛОВА НА ПРОМЫСЛЕ

Загрийчук Василь Петрович, доцент, канд. биол. наук
Бутков Константин Анатольевич, аспирант кафедры «Рыбоводства
и рыболовства»
Фоменко Владимир Иванович, доцент, канд. техн. наук

Астраханский государственный технический университет (ФГБОУ АГТУ),
Астрахань, Россия, e-mail: astu@astu.org, zvp-808@rambler.ru

Проанализированы статьи требований правил рыболовства, посвященные использованию стандартных орудий добычи (вылова), изготовленных в соответствии с технической документацией. Предложено дополнение в правила рыболовства в части обозначения орудий лова на промысле

В настоящее время пользователи осуществляющие рыболовство применяют орудия лова, произведенные на сетевязальных фабриках, в цехах постройки орудий лова территориально расположенные в субъектах РФ, изготовленные за пределами РФ и изготовленные самостоятельно кустарным способом.

В связи со сложившейся экономической ситуацией в нашей стране частью инвесторов морского рыбного промысла являются иностранные юридические лица и граждане. Это видно по базированию и ремонту судов, снабжению горюче смазочными материалами, запасными частями, упаковочной тарой, продуктами питания для экипажей, промысловым вооружением (орудия лова, сетематериалы и пр.) в иностранных портах. Несмотря на то, что российскими производителями предлагаются орудия лова произведенные в России, большинство орудий лова применяемые при траловом, ярусном, ловушечном и сетном лове иностранного производства. Производители орудий лова расположенные в РФ на сегодня заняты в основном изготовлением орудий лова для рыбопромысловых участков (ставные невода, закидные невода, сети, вентери) и малотоннажных судов (снюрреводы, небольшие тралы, кошельковые невода, драги).

В соответствии с законодательством РФ основой осуществления рыболовства и сохранения водных биоресурсов в нашей стране являются правила рыболовства. Они устанавливают виды рыболовства, нормативы и сроки разрешенного рыболовства, ограничения рыболовства и требования к сохранению водных биологических ресурсов [1]. Правила рыболовства для рыбохозяйственных бассейнов определяют в частности виды и количество разрешаемых орудий и способов добычи (вылова) водных биоресурсов, размер ячеи орудий добычи (вылова) водных биоресурсов, размер и конструкцию орудий добычи (вылова) водных биоресурсов, требования к сохранению водных биоресурсов, включая обязанности пользователей, перечень документов, необходимых пользователям, требования к пользователям [2-6]. Данные требования понятны и лица осуществляющие рыболовство, соблюдающие указанные в правилах ограничения осуществляет рыболовство на законных основаниях.

Вместе с тем в правилах рыболовства установлена норма, что при осуществлении промышленного и прибрежного рыболовства применяются стандартные орудия добычи (вылова), изготовленные в соответствии с технической документацией. В правилах рыболовства не определено понятие - стандартные орудия добычи и критерии, по которым орудие лова можно отнести под данную формулировку. Из Большого толкового словаря русского языка следует, что стандарт – типовой образец, которому должны удовлетворять вещи, предметы, явления по размерам, форме, качеству [7]. Таким образом, стандартные орудия добычи (вылова) должны изготавливаться в соответствии с нормативно-технической документацией.

В рыболовстве, как и в любой другой отрасли, имеется система нормативно-технической документации, которая устанавливает комплекс норм, правил, требований к техническим средствам добычи рыбы, их проектированию, постройке и эксплуатации. Так определяющими нормативно-техническими документами являются общие технические условия и технические условия на отдельные виды сетных орудий лова. Эти документы устанавливают требования к орудиям лова при их проектировании, постройке и эксплуатации. В них указаны общие требования к орудиям лова, требования к их основным типам и размерам, к конструкции, комплектности, и пр. В комплект эксплуатационных и ремонтных документов входят техническое описание орудия лова, инструкции по его эксплуатации, формуляр или паспорт, руководство по ремонту, некоторые нормативные документы [8]. Из вышесказанного следует, что законодатель формулировкой стандартные орудия добычи (вылова), изготовленные в соответствии с технической документацией [2-6] постарался:

- исключить при промысле биоресурсов орудия лова изготовленные не в соответствии с техническими проектами разработанными специалистами отрасли (профильными НИИ, лабораториями промышленного рыболовства, предприятиями по постройке орудий лова);

- предъявить требования к пользователям об использовании при промысле биоресурсов орудий лова изготовленных в соответствии с техническими проектами разработанными специалистами отрасли (профильными НИИ, лабораториями промышленного рыболовства, предприятиями по постройке орудий лова).

Таким образом, государство, вводя ограничения и требования в правила рыболовства, причиняло меры к сохранению водных биологических ресурсов.

На орудия лова, иностранного производства капитаны российских промысловых судов в большинстве случаев имеют, в качестве нормативно-технической документации конструкторскую документацию на иностранном языке (английский, китайский, японский, корейский, норвежский и пр.), как правило, это чертеж заверенный печатью или штампом изготовителя (в силу большого формата представить пример не представляется возможным). На основании этих документов при необходимости можно установить соответствие используемого орудия лова условиям выданного разрешения и правилам рыболовства. При осуществлении рыболовства с использованием судов в судовых суточных донесениях указывается код орудия лова, в промысловом журнале наименование орудия лова. Таким образом, можно говорить о формальном соблюдении требований правил рыболовства в части касающейся применять стандартные орудия добычи (вылова), изготовленные в соответствии с технической документацией.

При осуществлении рыболовства на рыбопромысловых участках или с использованием малотоннажных, маломерных судов сложилась иная ситуация. В частности при использовании ставных и дрейфтерных орудий добычи, включая связанные или сшитые из сетей порядки, существует проблема установления соответствия применяемых орудий лова правилам рыболовства и условиям разрешения. Так при существующем многообразии конструкций орудий лова, проведенных ремонтах, особенностей эксплуатации и возможности изготовить орудие лова самостоятельно, установить его соответствие правилам рыболовства и условиям разрешения не всегда возможно. В большинстве случаев пользователи не имеют профильного рыбохозяйственного образования, не проходили профессионального обучения, повышения квалификации и не разбираются в конструктивных особенностях используемого орудия лова и технологии его использования.

Практика показывает, на применяемые орудия лова отсутствуют, какие либо документы доказывающие, что оно является стандартным и изготовлено в соответствии с нормативно-технической документацией. В качестве примера можно привести: применение ставных сетей в качестве обкидных, донных ставных неводов в качестве вентерей, многостенных ставных сетей в качестве одностенных ставных сетей, донных неводов в качестве закидных неводов, снюрреводов в качестве закидных, донных тралов в качестве волокуш, применение сетей запрещенных к ввозу в РФ и пр. происходит подмена орудий лова на промысле, нарушение правил рыболовства и условий разрешений. Выявлять такие нарушения рыболовства необходимо с целью охраны и сохранения водных биологических ресурсов.

В соответствии с правилами рыболовства и общепринятыми международными стандартами запрещается использовать ставные (якорные) и дрейфтерные (плавные) орудия добычи не обозначая их положение с помощью опознавательных буев или знаков. Обозначение является инструментом в борьбе против незаконного, несообщаемого и нерегулируемого промысла, позволяет контролирующим органам отслеживать, порядок использования орудия лова. Правилами рыболовства предписывается на опознава-

тельные буй или знаки наносить информацию о наименовании пользователя, осуществляющего добычу водных биоресурсов, и номер разрешения на добычу водных биоресурсов. В настоящее время исполнение требований правил рыболовства происходит следующим образом, например: обозначение ставного невода на промысле (рис.1.).



Рис. 1. Оповестительный буй или знак с нанесенной информацией

Правилами рыболовства не определены параметры буюв или знаков обозначающих ставные (якорные) и дрейфтерные (плавные) орудия добычи при их использовании и порядок нанесения информации, реализация данного требования происходит по усмотрению пользователя. Формально на (рис. 1.) ставной невод обозначен, информация требуемая правилами рыболовства находится в бутылке, но что это - знак или буй, и как такое обозначение соотносится с безопасностью мореплавания не ясно.

Современные технологии и достижения в области обозначения орудий лова уже сейчас позволяют эффективно отслеживать и находить потерянные орудия лова, контролировать в каком месте промысла находится орудие лова. Например, кодированные метки с информацией об орудии лова могут непосредственно встраиваться в сетное полотно, не оказывая влияние на эффективность лова и при этом легко считываются. Спутниковые системы навигации, такие как ГЛОНАС могут быть присоединены к радиобую и использоваться для передачи данных о местоположении орудия лова, где бы оно не находилось на поверхности водоема (рис. 2.). Кроме того ставные орудия лова применяемые с использованием добывающих судов (иностранцы пользователи осуществляющие рыболовство в исключительной экономической зоне РФ), имеют техническую документацию где отражена информация о средствах обозначения орудия лова на промысле, а сами буй имеют информацию о пользователе в соответствии с правилами рыболовства.



Рис. 2. Обозначение японских ставных орудий лова

Система обозначений орудий лова достигнет своей цели и станет эффективным средством контроля против засорения водоемов остатками орудий лова, если будет строиться на системном подходе, основанном на единых принципах разработки меток, месте их установке в орудиях лова. Метка должна включать, технические характеристики орудия лова, сведения о владельце, разрешенном районе и сроках лова, изготовителе, лице ответственном за эксплуатацию орудия лова. Конечно внедрение таких способов обозначения орудий лова дело дорогое, ляжет на пользователя, поэтому должно быть тщательно проработано и доказана эффективность такой меры в обеспечении рационального использования и сохранения водных биологических ресурсов.

Но сложившаяся ситуация на сегодняшний день уже сейчас требует внесения изменений в правила рыболовства и на первом этапе предлагается дополнить обозначение (ставных (якорных) и дрейфтерных (плавных) орудий добычи (вылова), включая связанных или сшитых из сетей порядки) наряду с информацией о наименовании пользователя, осуществляющего добычу водных биоресурсов, и номере разрешения на добычу водных биоресурсов, информацией о нормативно технической документации, на основании которой изготовлено данное орудие лова.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. О рыболовстве и сохранении водных биологических ресурсов: Федеральный закон Российской Федерации от 20.12.2004 г. № 166-ФЗ // Собрание законодательства Российской Федерации. 2004. № 52. Ст. 5270.

2. Об утверждении правил рыболовства для Азово-Черноморского рыбохозяйственного бассейна: Приказ Министерства сельского хозяйства Российской Федерации от 1.08.2013 г № 293 (зарегистрирован в Минюсте РФ 29 октября 2013 г., регистрационный № 30273).

3. Об утверждении правил рыболовства для Северного рыбохозяйственного бассейна: Приказ Министерства сельского хозяйства Российской Федерации от 30.10.2014 г № 414 (зарегистрирован в Минюсте РФ 1 декабря 2014 г., регистрационный № 35043).

4. Об утверждении правил рыболовства для Дальневосточного рыбохозяйственного бассейна: Приказ Министерства сельского хозяйства Российской Федерации от

21.09.2013 г. № 385 (зарегистрирован в Минюсте России 23 января 2014 г., регистрационный № 31100).

5. Об утверждении правил рыболовства для Западного рыбохозяйственного бассейна: Приказ Министерства сельского хозяйства Российской Федерации от 6.10.2014 г. № 427 (зарегистрирован в Минюсте РФ 3 декабря 2014 г., регистрационный № 35071).

6. Об утверждении правил рыболовства для Волжско-Каспийского рыбохозяйственного бассейна: Приказ Министерства сельского хозяйства Российской Федерации от 18 ноября 2014 г. № 453 (зарегистрирован в Минюсте РФ 8 декабря 2014 г., регистрационный № 35097).

7. Большой толковый словарь русского языка. (Под ред. С.А. Кузнецова.). СПб.: «Норинт», 2000. 1536 с.

8. Мельников В.Н. Устройство орудий лова и технология добычи рыбы. М.: Агропромиздат, 1991. 384 с.

IN THE QUESTION APPLICATION AND DESIGNATION STANDARD FISHING IN THE FISHERY

Zagriyuchuk Vasil Petrovich, Associate professor, PhD
Butkov Konstantin Anatolevich, postgraduate of Fish farming and fishing department
Fomenko Vladimir Ivanovich, Associate professor, PhD

Astrakhan State Technical University, Astrakhan, Russia, e-mail: astu@astu.org,
zvp-808@rambler.ru

In the work analyzed article requirement rule fishery let into using standard gun production(catch);customized software with technical documentary report. Proposition addition in rule fishery, in the part of designation fishing gear in the fishery.

УДК 597 (554.3.470.26) (06)

АНАЛИЗ ВЫЛОВА ВОДНЫХ БИОРЕСУРСОВ НА КУРШСКОМ ЗАЛИВЕ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ФОРМЫ СОБСТВЕННОСТИ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ ВОДНЫХ БИОРЕСУРСОВ НА ОСНОВАНИИ ДАННЫХ МОНИТОРИНГА

Занина Полина Руслановна, магистр КГТУ
Алдушина Юлия Казимировна, доцент, канд. биол. наук

ФГБОУ ВО «КГТУ», Калининград, Россия, e-mail: zanina.polichka@mail.ru,
aldushina.yuliya@gmail.com

Представлены результаты анализа вылова водных биоресурсов на Куршском заливе в зависимости от формы собственности пользователей водных биоресурсов за период 2016 - 2017 гг. Приведен сравнительный анализ вылова водных биологических ресурсов по годам. Проанализированы данные по освоению квот водных биологических ресурсов с учетом требований российского законодательства в исследуемые годы

Куршский залив относится к числу высокопродуктивных рыбохозяйственных водоемов бассейна Балтийского моря и играет заметную роль в продовольственном обеспечении населения Калининградской области и страны в целом, поэтому так важно проводить мониторинг и осуществлять сравнительный анализ вылова водных биологических ресурсов (ВБР) за определенный промежуток времени.

В настоящей работе будет проведен анализ данных по вылову с разбивкой на ценные виды для которых устанавливается ОДУ и виды для которых устанавливается рекомендованный объем. Материалом для написания работы послужили данные по вылову ВБР и по пользователям ВБР за 2016 – 2017 гг.

Куршский залив представляет собой лагуну у восточного побережья Балтийского моря в пределах Калининградской области Российской Федерации и Литовской Республики. Залив отделен от моря Куршской косой, соединяется с ним через Клайпедский пролив [1].

Большая часть акватории – принадлежит России (рис. 1). Высокая промысловая продуктивность обуславливается благоприятной средой обитания в нем рыб, хорошими кормовыми условиями, а также сложившейся в 70–80-х годах скоординированной системой управления рыбным хозяйством данного водоема. Вместе с тем, после 90-х годов вылов рыбы существенно снизился и за последние 15 лет в среднем составил 3,0 тыс. т [1].

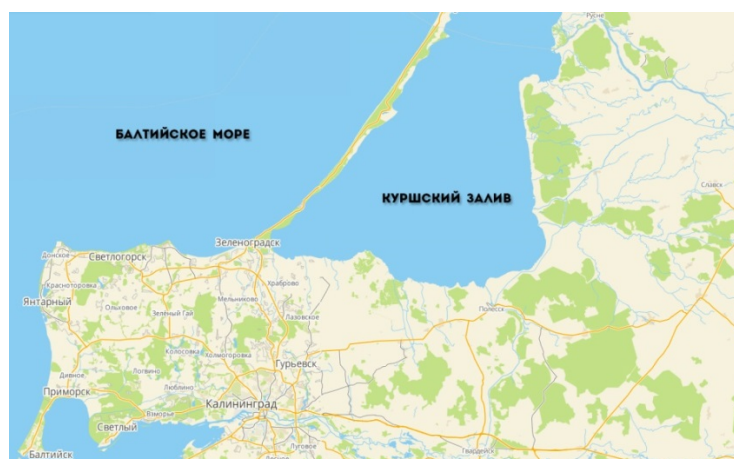


Рис. 1. Карта - схема расположения Куршского залива, [3]

В Куршском заливе основной промысел составляют такие рыбы как: лещ, судак, чехонь (жилая форма), плотва, окунь пресноводный, налим, щука, рыбец, сырть, атлантическая финта, сиг, угорь речной, ерш пресноводный, прочие пресноводные (густера, жерех, карась, красноперка, линь, сом пресноводный, уклея, уклея, язь) и корюшка европейская, снеток, для последних двух добыча (вылов) осуществляется в основном в реках, впадающих в Куршский залив.

В соответствии с российским законодательством, на вышеперечисленные виды рыб может быть установлен как общий допустимый улов (ОДУ), так и рекомендованный вылов.

Общий допустимый улов (ОДУ) в Куршском заливе устанавливается на водные биоресурсы – лещ, судак, чехонь (жилая форма) и плотва [4, 5, 6]. На остальные виды водных биоресурсов ОДУ не устанавливается, а заключаются договоры пользования ВБР, и для таких видов рыб устанавливается рекомендованный вылов для каждого вида рыб вне зависимости от пользователя.

На Куршском заливе добычу (вылов) водных биологических ресурсов осуществляют 56 и 58 организаций (в 2016 и 2017 году соответственно). Все рыбодобывающие

организации имеют различные формы собственности, а именно: индивидуальные предприниматели, юридические лица с выделением обществ с ограниченной деятельностью (ООО) и сельскохозяйственные производственные кооперативы рыболовецкие колхозы (СПК РК). Доля вылова этих организаций в зависимости от формы собственности показана на рисунке 2.

Наибольший вылов водных биологических ресурсов в Куршском заливе в 2016 и 2017 годах приходится на рыболовецкие колхозы (более 50 % от общего улова). Доля вылова рассматриваемых форм собственности в исследуемые годы остается более менее постоянной [2].

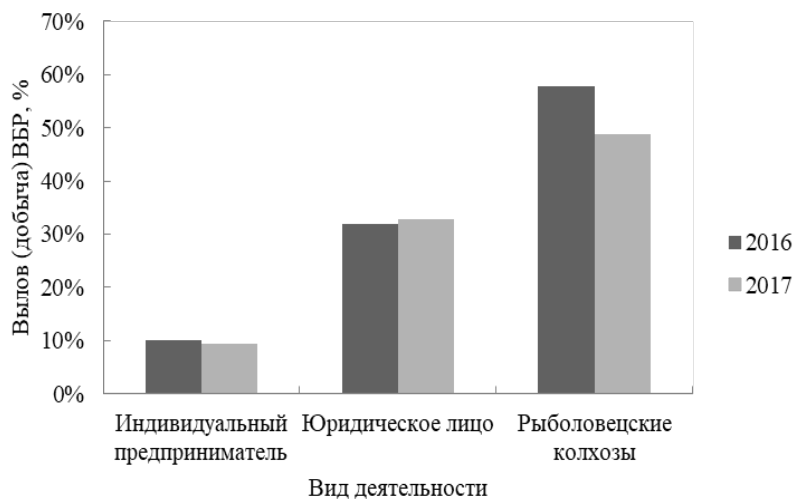


Рис. 2. Добыча (вылов) водных биологических ресурсов организациями различных форм собственности в 2016 и 2017 годах, %

Квота ВБР, для которых устанавливается ОДУ, не отличается от предыдущих лет, потому что доли от ежегодно выделяемой квоты закрепляются за пользователями водных биологических ресурсов на 10 лет, т.е. последний раз доля была закреплена за пользователями в 2008 году. Поэтому тенденция наделения квоты организациям имеет закономерный и долговременный характер. Так, доля для юридических лиц и рыболовецких колхозов значительно превышает долю для индивидуальных предпринимателей. На индивидуальных предпринимателей выделили 10% от общей квоты на Куршский залив (например, квота леща составляет 37,384 т), на юридических лиц и рыболовецких колхозов выделили 30 и 60 % от общей квоты (для леща это величина составляет 261,747 и 790,658 т соответственно).

Рекомендованный объем устанавливается научными организациями на каждый вид ВБР отдельно и каждый год значение меняется, но незначительно.

Вылов (добыча) ВБР, для которых устанавливается ОДУ, индивидуальными предпринимателями за 2016-2017 гг. показан на рисунке 3. Так, освоение квоты леща, судака, чехони (жилая форма) и плотвы индивидуальными предпринимателями достигает более 90 % за исследуемый период.

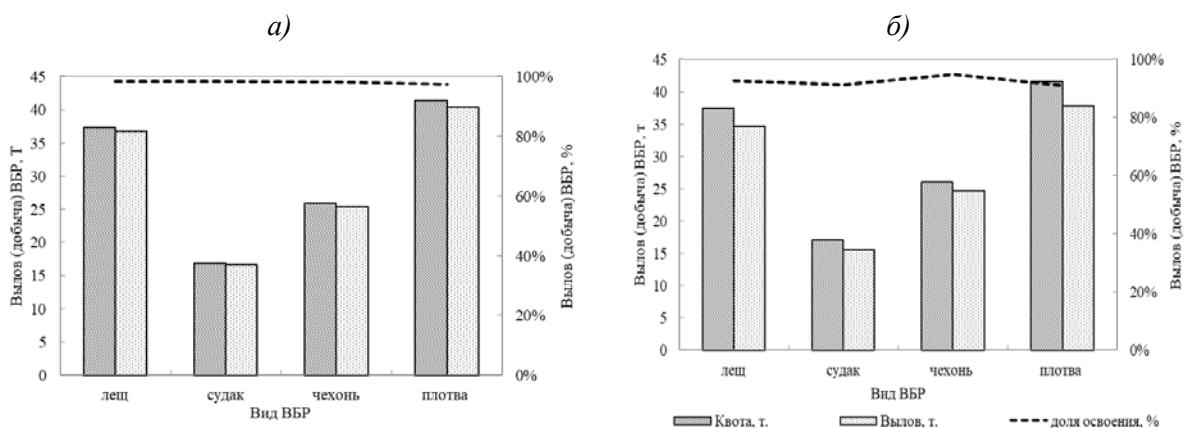


Рис. 3. Добыча (вылов) водных биологических ресурсов, для которых устанавливается ОДУ, индивидуальными предпринимателями в 2016 (а) и 2017 (б) годах

Вылов (добыча) ВБР, для которых устанавливается ОДУ, юридическими лицами за 2016-2017 гг. показан на рисунке 4. Так, освоение квоты леща и судака в 2016 году достигает более 90 %, в то время как квота чехони (жилая форма) и плотвы освоена на 82 и 77 % соответственно. В 2017 году освоение квоты всех исследуемых биоресурсов достигло более 90 %.

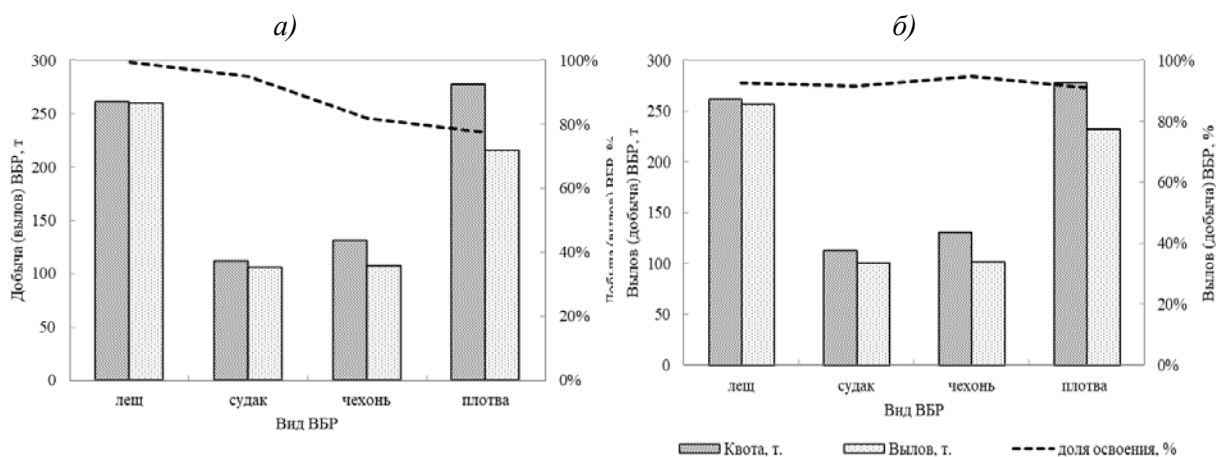


Рис. 4. Добыча (вылов) водных биологических ресурсов для которых устанавливается ОДУ юридическими лицами в 2016 (а) и 2017 (б) годах

Более высокие значение квоты и соответственно вылова приходятся на рыболовецкие колхозы. Вылов (добыча) ВБР, для которых устанавливается ОДУ, рыболовецкими колхозами за 2016-2017 гг. показан на рисунке 5. В исследуемый период полностью была освоена квота леща (100%), в то время как для чехони (жилая форма) в 2016 и 2017 гг. квота осваивается на 83 и 49 % соответственно. Остальные виды, для которых устанавливается ОДУ, также как индивидуальными предпринимателями и юридическими лицами квота была освоена на более 90%.

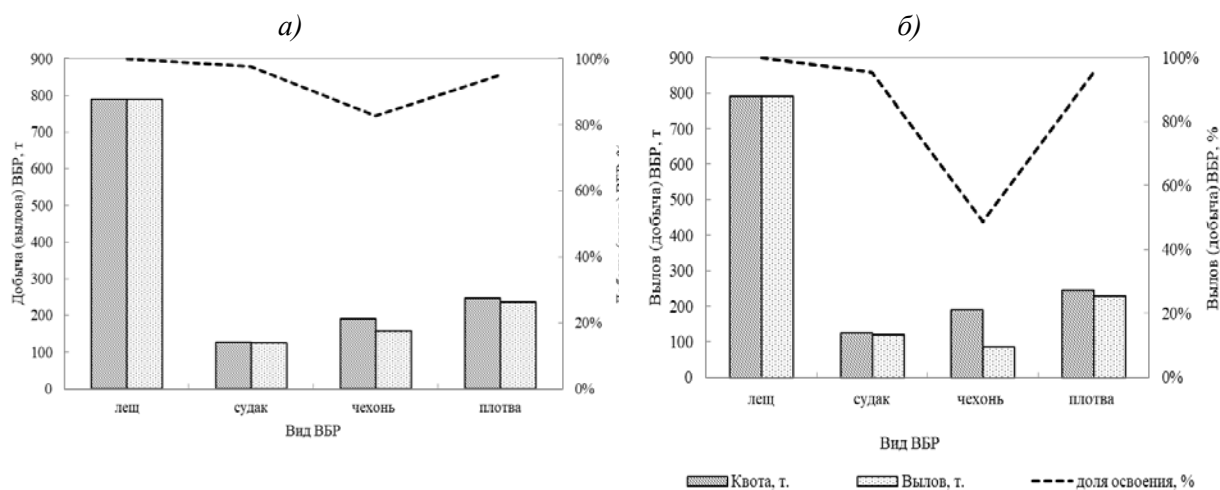


Рис. 5. Добыча (вылов) водных биологических ресурсов для которых устанавливается ОДУ рыболовецкими колхозами в 2016 (а) и 2017 (б) годах

Также приведен анализ добычи (вылова) ВБР, для которых устанавливается рекомендованный объем, организациями в зависимости от форм собственности (рисунок 6). В 2016 году большая часть вылова ВБР приходится на рыболовецкие колхозы, так вылов окуня пресноводного, корюшки европейской, угря речного и рыбца (сырти) составляет более 50% от общего вылова. За 2017 год рыболовецкие колхозы снизили долю вылова ВБР, большая часть (более 50% от общего вылова) приходится на такие ВБР, как корюшка европейская и рыбец (сырть).

Угорь попадался только в уловах индивидуальных предпринимателей в 2017 году. По сравнению с 2016 годом, в 2017 году вырос вылов юридическими лицами таких видов как окунь пресноводный, атлантическая финта и прочих пресноводных, которые составляют более 50% от общего вылова каждого из ВБР.

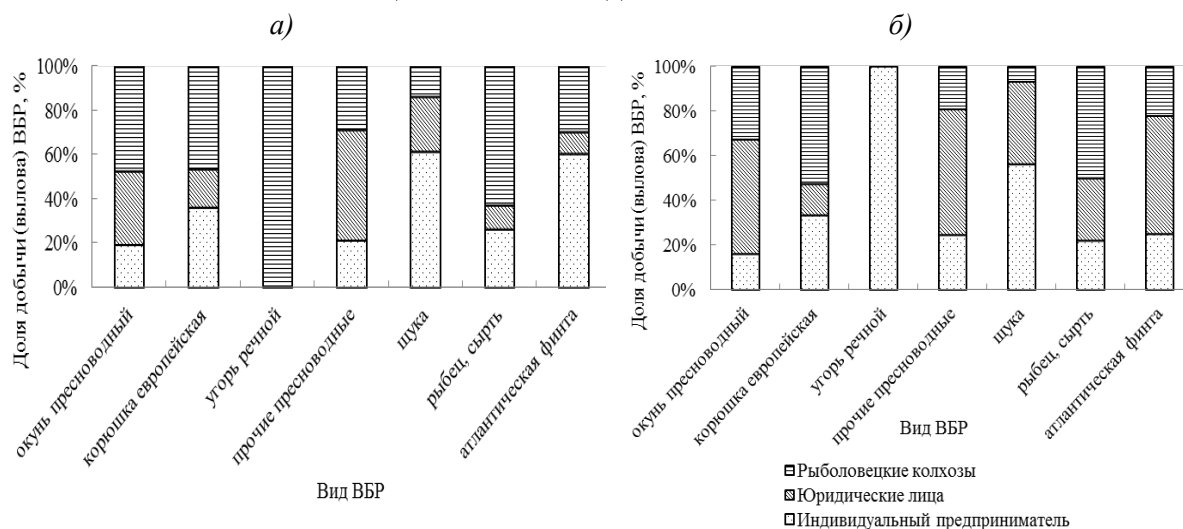


Рис. 6. Добыча (вылов) водных биологических ресурсов, для которых устанавливается рекомендованный объем, организациями в зависимости от форм собственности в 2016 (а) и 2017 (б) годах

В случае добычи водных биоресурсов, на которые выделяется рекомендованный объем добычи, каждая организация, осуществляющая вылов такого вида рыбы, заявля-

ет необходимый ей объем в пределах установленного рекомендованного объема. Таким образом, получается, что каждая организация может указать величину объема, равную величине возможного вылова (ВВ). Когда общая величина вылова организаций достигает величины рекомендованного объема, вылов данного вида запрещается. Следует отметить, что такая организация добычи ВБР требует более тщательного контроля и быстроты принятия решений со стороны ФАР по ограничению промысла текущего вида, т.к. общий вылов за короткое время может быстро превысить величину ВВ. В связи с этим в настоящее время используются ряд градаций отношения общего вылова к величине ВВ: при достижении величины вылова в 70% и в 100% от установленного ВВ предпринимаются ряд мер для более пристального слежения за объемами вылова пользователей ВБР по данному виду и запрет на его добычу (вылов).

Так, в 2016 году вылов таких видов как корюшка европейская, снеток, окунь пресноводный и прочие пресноводные превышает или равняется 100% (вылов корюшки европейской - 152%, снетка - 300%, окуня пресноводного - 97% и прочих пресноводных - 102 %).

В 2017 году вылов корюшки европейской и снетка минимальный (48 и 0,1% соответственно), это связано с неблагоприятными погодными условиями и ледовой обстановкой на Куршском заливе и впадающих в него рек, сложившихся в весенний период 2017 года. Вылов прочих пресноводных равняется 100%, в то время как вылов окуня пресноводного составляет 130 %.

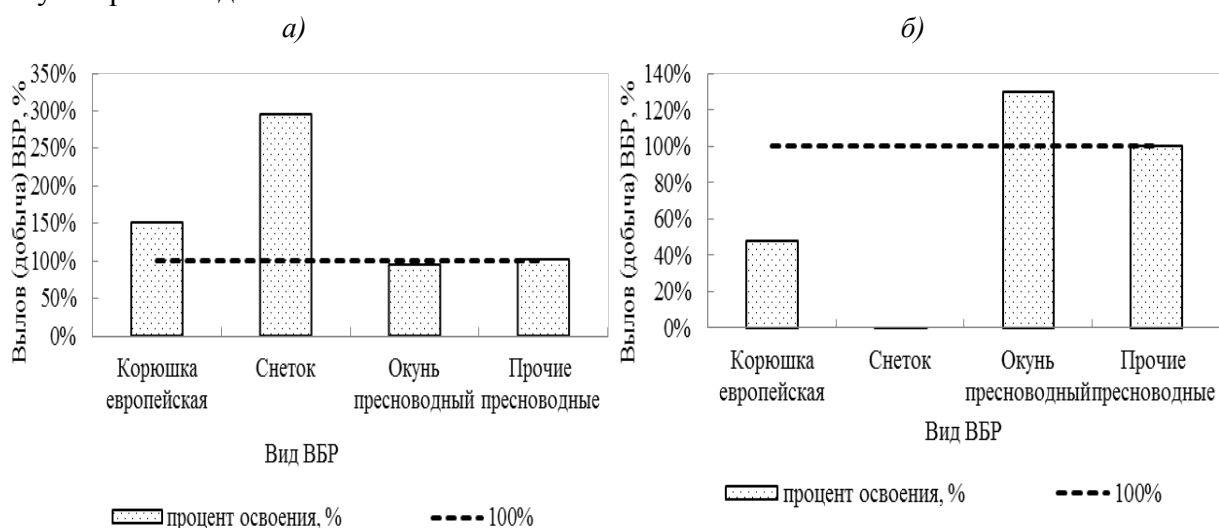


Рис. 6. Добыча (вылов) водных биологических ресурсов, превышающих (достигающих) рекомендованный вылов в 2016 (а) и 2017 (б) годах

На основании вышеизложенных данных можно сделать вывод о том, что большая часть организаций, занимающихся добычей (выловом) ВБР на Куршском заливе, осваивают распределенные им квоты на более чем 70%. Вылов биоресурсов, на которых устанавливается рекомендованный объем, превышает во много раз установленный объем.

Наибольший вылов в 2016-2017 гг. приходится на рыболовецкие колхозы, что составляет больше 50% от общего улова.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Рыбохозяйственный кадастр трансграничных водоемов России (Калининградская область) и Литвы // С.В. Шибяев, М.М. Хлопников, А.В.Соколов и др. Калининград: Изд-во «ИП Мишуткина». 2008. 200 с.
2. Занина П.Р., Алдушина Ю.К. Анализ структуры рыбодобывающей базы как элемент мониторинга промыслового усилия на внутренних водоемах России // Сб. науч. тр. / Всероссийская научно-практическая конференция «Водные ресурсы и аквакультура юга России» (18 – 20 мая 2018 г.). 2018. С. 84-90.
3. Карта расположения Куршского залива // Электрон. дан. Режим доступа URL: <http://kaliningrad365.ru/info/kurshskij-zaliv.html> (дата обращения 05.02.2018 г.)
4. Приказ Министерства сельского хозяйства Калининградской области от 15 декабря 2015 года № 236 «О распределении квот добычи (вылова) водных биологических ресурсов для осуществления прибрежного рыболовства на 2016 год» // Электрон. дан. Режим доступа URL: <http://www.consultant.ru> (дата обращения 06.06.2018 г.)
5. Приказ Федерального агентства по рыболовству № 813 от 12.12.2016 г // Электрон. дан. Режим доступа URL: <http://www.consultant.ru> (дата обращения 06.06.2018 г.)
6. Приказ Агентства по рыболовству КО от 14.12.2016 г. № 91 // Электрон. дан. Режим доступа URL: <http://www.consultant.ru> (дата обращения 06.06.2018 г.)
7. Правила рыболовства для Западного рыбохозяйственного бассейна // Электрон. дан. Режим доступа: <http://www.consultant.ru> (дата обращения 01.07.2018 г.)

ANALYSIS OF THE WATER BIORESOURCES IN THE CURONIAN LAGOON DEPENDING ON THE FORM OF THE PROPERTY OF USERS OF WATER BIOESURES ON THE BASIS OF MONITORING DATA

Zanina Polina Ruslanovna, master of KSTU
Aldushina Yulia Kazimirovna associate professor, PhD

Kaliningrad State Technical University, Kaliningrad, Russia,
e-mail: zanina.polichka@mail.ru, aldushina.yuliya@gmail.com

The article presents the results of the analysis of the catches of water biological resources on the Curonian Lagoon, depending on the form of ownership of users of water biological resources for the period 2016-2017. The comparative analysis of the catches of water biological resources by the years is given. Data on the development of quotas for water biological resources are analyzed taking into account the requirements of Russian legislation in the investigated years.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГИДРОАКУСТИЧЕСКОГО ЭХОИНТЕГРИРУЮЩЕГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ПОЛЕЙ АНФЕЛЬЦИИ (*ANFELTIA TOBUCHIENSIS*)

Кузнецов Михаил Юрьевич, канд. техн. наук, заведующий лабораторией
Поляничко Владимир Ильич, младший научный сотрудник
Сыроваткин Евгений Владимирович, ведущий инженер
Шевцов Василий Игнатьевич, научный сотрудник

ФГБНУ «Тихоокеанский научно-исследовательский рыбохозяйственный центр»
«ТИНРО-Центр»), г. Владивосток, Россия, e-mail: kuznetsov@tinro.ru,
vladimir.polyanichko@tinro-center.ru, evgeniy.syrovatkin@tinro-center.ru,
vasiliy.shevtsov@tinro-center.ru

Показано, что с помощью цифрового научного эхолота EY60 (Симрад) можно измерять с высоким разрешением высоту слоя водоросли анфельции тобучинской и плотность пласта по его отражательной способности, используя метод эхоинтегрирования. Определена регрессионная зависимость коэффициента поверхностного рассеяния S_A , измеряемого эхолотом, от плотности водорослей. С помощью гидроакустического метода получены оценки пространственного распределения анфельции в районах ее обитания в заливе Петра Великого

Введение

Современный уровень развития гидроакустических эхолокационных приборов и компьютерных технологий сбора, накопления и обработки акустических измерений, используемых для мониторинга водных биологических ресурсов, позволяют в настоящее время существенно расширить список объектов (рыбы, кальмары, медузы, водоросли), оцениваемых с помощью гидроакустического метода. Преимуществом гидроакустического метода по сравнению с точечным взятием проб на водолазных станциях являются непрерывность регистрации скоплений и возможность оценки вертикального развития (толщины слоя) водорослей аппаратным способом по всей акватории съемки.

Гидроакустический эхоинтегрирующий комплекс

Эхоинтеграционный метод оценки биомассы анфельции основан на измерении силы обратного рассеяния от слоя водорослей и экспериментальном определении зависимости величины отраженного акустического сигнала от их плотности. В качестве гидроакустической измерительной системы для исследования полей анфельции используется малогабаритный научный эхолот SIMRAD EY-60 с антенной 70 кГц. Состав гидроакустического измерительного комплекса показан на рис. 1. Эхолот содержит вертикально направленную антенну-вибратор с расщепленным лучом частотой 70 кГц и GPT - приемопередатчик 70 кГц, который генерирует и принимает отраженный сигнал от каждого из квадрантов антенны, а также осуществляют оцифровку сигнала. Работой GPT управляет процессорный блок (портативный компьютер) с размещенными на нем программами накопления «сырых» гидроакустических данных ER60 и связи с внешними вычислительными устройствами. Навигационное сопровождение акустиче-

ского комплекса осуществляется с использованием системы спутникового позиционирования GPS.

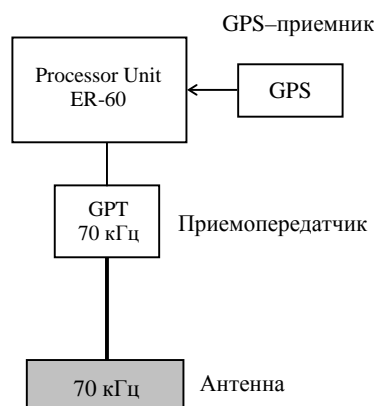


Рис.1. Гидроакустическая измерительная система

Для корректного измерения силы отраженного от водорослей акустического сигнала и последующего пересчета к плотности водорослей, очень важно, чтобы эхолот был откалиброван. По результатам калибровки осуществляется контроль постоянства параметров приемопередающего тракта эхолота и характеристик антенны. Обычно калибровку выполняют до и после съемки, но не реже одного раза в год. Калибровку повторяют также при замене антенны, или после ремонта приемопередатчика.

Калибровка и градуировка эхолота

Для корректного измерения силы отраженного от акустического сигнала и последующего пересчета к плотности водорослей, очень важно, чтобы эхолот был откалиброван. По результатам калибровки осуществляется контроль постоянства параметров приемопередающего тракта эхолота и характеристик антенны. Калибровка эхолота SIMRAD EY-60 выполняется методом сравнения измеренной и эталонной силы цели по технологии «стандартной сферы», представленной в техническом описании прибора и руководстве пользователя [1]. В качестве эталонных целей используются шары, изготовленные из чистой электролитической меди. Сила цели шара для частоты 70 кГц диаметром 32 мм составляет $TS = -39,2$ дБ.

Градуировка показаний эхолота выполняется с целью определения зависимости величины отраженного акустического сигнала (эхосигнала) от плотности водорослей (рис.2) в месте падения зондирующего луча антенны эхолота при прочих равных условиях. Эти работы аналогичны исследованиям зависимости силы цели (TS) единичных объектов в скоплении от их зоологической длины (FL). Зависимость $TS(FL)$ непосредственно используется в алгоритме расчета численности рыб в пределах выделенного слоя. Поэтому процесс градуировки эхолота является наиболее важным этапом работ, поскольку от точности полученных результатов зависит достоверность и точность оценки биомассы водорослей на обследуемой акватории.

В результате эхоинтегрирования на выходе эхолота получают s_A (m^2 миля⁻²) - коэффициент поверхностного рассеяния на квадратную морскую милю, который используется в дальнейших расчетах как акустическая оценка плотности звукорассеивающего слоя (в данном случае слоя водорослей). Для перехода от значений силы поверхностного обратного рассеяния к биомассе необходимо измерить значения коэффициента s_A на контрольных водолазных станциях, а затем с помощью измерительной рамки определить плотность водорослей в месте регистрации эхограммы водолажным способом.

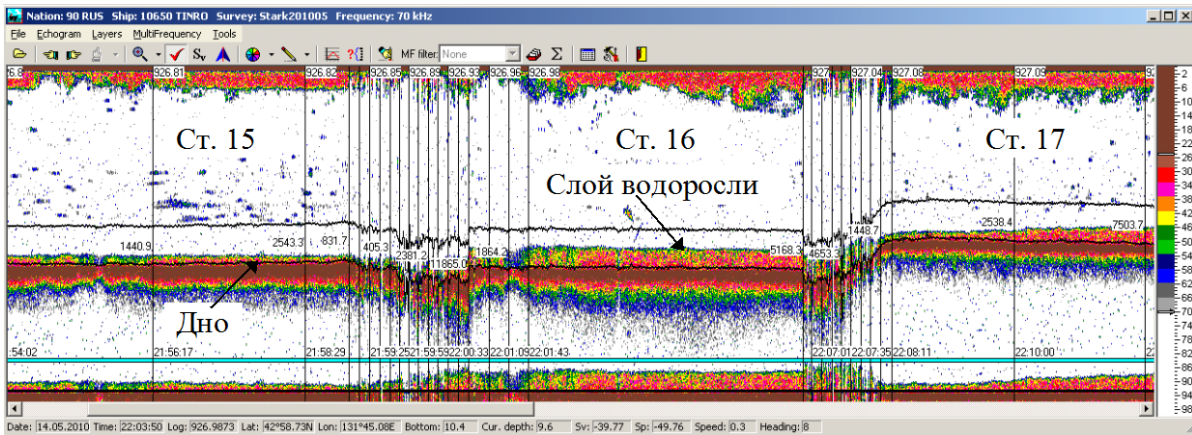


Рис. 2. Акустические изображения анфельции на станциях при проведении градуировки эхолота

После измерений по величинам плотности водорослей, полученным гидроакустическим и водолажным способом, определяется регрессионная зависимость между ними. Результаты оценки такой зависимости приведены на рис. 3.

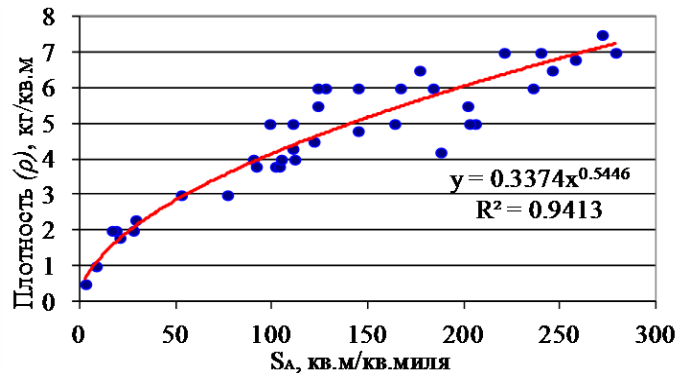


Рис. 3. График зависимости коэффициента поверхностного рассеивания (s_A) от плотности водорослей (ρ) на частоте 70 кГц (пролив Старка)

Планирование маршрута гидроакустической съемки

Основным критерием выбора схемы галсов является необходимость исследования всей площади вероятного распределения объекта за минимально возможный интервал времени. Их выбор зависит от распределения поля водорослей на обследуемой акватории. Галсы должны равномерно покрывать исследуемый район и строиться так, чтобы в процессе съемки постоянно контролировать положение "нулевой" границы распределения объекта.

При планировании маршрута гидроакустической съемки важным является определение количества галсов и расстояний между ними на основе объективных критериев, связанных с величиной ожидаемой погрешности в оценке биомассы. Такими критериями являются степень покрытия района съемки акустическими пробами (degree of coverage - doc) и требуемый коэффициент вариации оценки средней плотности морских водорослей (coefficient of variation - c_v). Коэффициент вариации (c_v) является мерой разброса данных и представляет собой стандартное (среднеквадратичное) отклонение оценки обилия отнесенное к среднему значению. Указанные критерии связаны следующим соотношением [2]:

$$c_v = a(doc)^b \quad (1)$$

Коэффициенты a и b определены эмпирически по результатам предыдущих съемок. Значения коэффициента a находятся в пределах 0,41 – 0,79 для различных типов пространственного распределения скоплений. Величина b примерно равна – 0,5.

Для практического использования при планировании галсового маршрута рекомендуется уравнение:

$$doc = (0.5/c_v)^2 = D/\sqrt{A} \quad (2)$$

где D - протяженность галсового маршрута, A - площадь района.

Значения c_v в большинстве случаев лежат в диапазоне 0,1 – 0,4 [2]. Чем больше doc , тем меньше c_v , хотя коэффициент вариации зависит также от типа распределения водорослей. Лучшие результаты могут быть получены когда водоросли распределены широко и равномерно, чем тогда, когда они сконцентрированы в локальных агрегациях. Плотность вероятности значений s_A ближе к нормальному распределению когда doc больше 6; соответственно, c_v должен быть не выше 0,2 [3]. Это упрощает вычисление границ доверительного интервала (если D достаточно большая).

Задаваясь коэффициентом вариации (c_v) по формуле 3.2 определяется протяженность галсового маршрута D (без кросс-галсов). Площадь района: $A = L_1 \times L_2$ (3), где L_1 – средняя длина галса, L_2 – протяженность района, перпендикулярная галсам.

Количество галсов N рассчитывается по формуле:

$$N = D/L_1 \quad (4)$$

Затем определяется межгалсовое расстояние (r):

$$r = L_2/N \quad (5)$$

Галсовая съемка

Основной задачей съемки является измерение статистических параметров полей распределения плотности гидробионтов, т.е. значений s_A или ρ вдоль галсов и их усреднение по определенным квадратам (или стратам) известной площади за определенный интервал времени.

Гидроакустическая съемка обследуемых акваторий залива Петра Великого выполняется в соответствии с разработанными маршрутами системных параллельных галсов при помощи выдвижного устройства, прикрепленного трубами к борту судна. Антенна эхолота с помощью штанги направлена вертикально вниз. При благоприятных погодных условиях исследовательское судно может развивать максимальную скорость буксировки антенны в подводном положении до 5 узлов при допустимом уровне шумов и пропусков на экране эхолота.

Во время движения по галсовому маршруту производится непрерывная регистрация и накопление гидроакустических данных эхолота в диапазоне глубин 3-50 м в формате “сырых” (*.raw формат) на частоте 70 кГц с использованием программы ER-60. Собранные данные доступны для визуализации на персональном компьютере и вторичной обработки с использованием программного обеспечения SALTSE [4]. На рис. 4 приведены эхограммы, зарегистрированные с борта НИС “Убежденный” при прохождении галсов акустической съемки в северо-западной части пролива Старка.

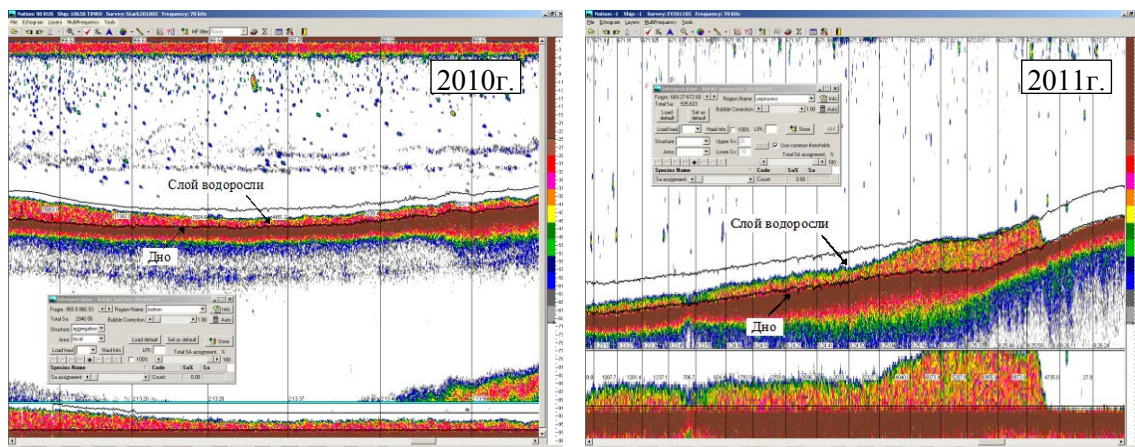


Рис. 4. Фрагменты эхограмм с записью анфельции тобучинской на галсах съемки

Обработка эхограмм

Технология обработки акустических данных строится на принципе детальной стратификации района работ. Интервал интегрирования ESDU (Elementary Sampling Distance Unit) определяет частоту взятия гидроакустических проб на галсе и зависит от обследуемой площади и необходимости более детального исследования пространственного распределения растений. В качестве интервала интегрирования (протяженности одной гидроакустической пробы) во всех районах исследований выбран отрезок расстояния вдоль маршрута равный 18,52 метра (0,01 мили).

При эхоинтегрировании слоя водорослей в программе SALTSE устанавливается порог по уровню объемного рассеяния (Sv) –70 дБ. Порог по силам цели (TS) составляет -60 дБ, порог по определению дна от -30 до -40 дБ в зависимости от состояния дна и качества грунта. Программное ВАРУ (временная автоматическая регулировка усиления) - $20\text{Log}(R)$. Ширина придонного слоя выбирается исходя из вертикального развития слоя водорослей и обычно не превышает 2 м. Нижняя граница донного слоя – 0,05 м. Нижний предел высоты над грунтом выбран из соображений присутствия на дне водорослей и возможности неустойчивого детектирования дна эхолотом в некоторых ситуациях (волнение моря, свал глубин и др.). В программе постпроцессорной обработки при наличии донного рельефа сложных конфигураций и особо плотных скоплений водорослей предусмотрена возможность ручной отрисовки и корректировки положения дна пользователем.

В результате последовательной обработки эхограмм в пределах выделенных слоев и галсов акустической съемки формируются оценки акустической плотности (коэффициента поверхностного рассеяния) s_A ($\text{м}^2/\text{миля}^{-2}$) и высоты слоя водорослей с шагом 0,01 мили по дистанции и с шагом по глубине 0,05 м совместно с географической привязкой в виде файлов CSV со структурой, доступной для последующей обработки в программах Excel, Surfer и др.

Построение планшетов распределения водорослей

Для построения пространственного распределения водорослей можно использовать как данные прямого измерения коэффициента поверхностного рассеяния s_A , значения которого на каждом интервале интегрирования приводятся совместно с координатами в результирующих файлах CSV, так и пересчитанные в плотность водорослей (тонн/га) согласно степенной регрессионной зависимости. На каждом интервале интегрирования акустическим методом оценивается высота слоя водорослей с географической привязкой. Затем строится планшет распределения s_A в размерности $\text{м}^2/\text{миля}^2$ или плотности водорослей в тонн/га и высоты слоя водорослей в метрах.

На рис. 5 (верхний ряд) в качестве примера представлены распределения плотности анфельции в проливе Старка в единицах s_A ($\text{м}^2/\text{миля}^2$) перед штормом и после шторма. В нижнем ряду приведены аналогичные распределения высоты слоя водоросли в метрах. Как видно, во время шторма часть поля анфельции была вынесена из северо-западной части пролива Старка в центральную и северо-восточную часть, что является характерным для свободноживущего пласта этой водоросли.

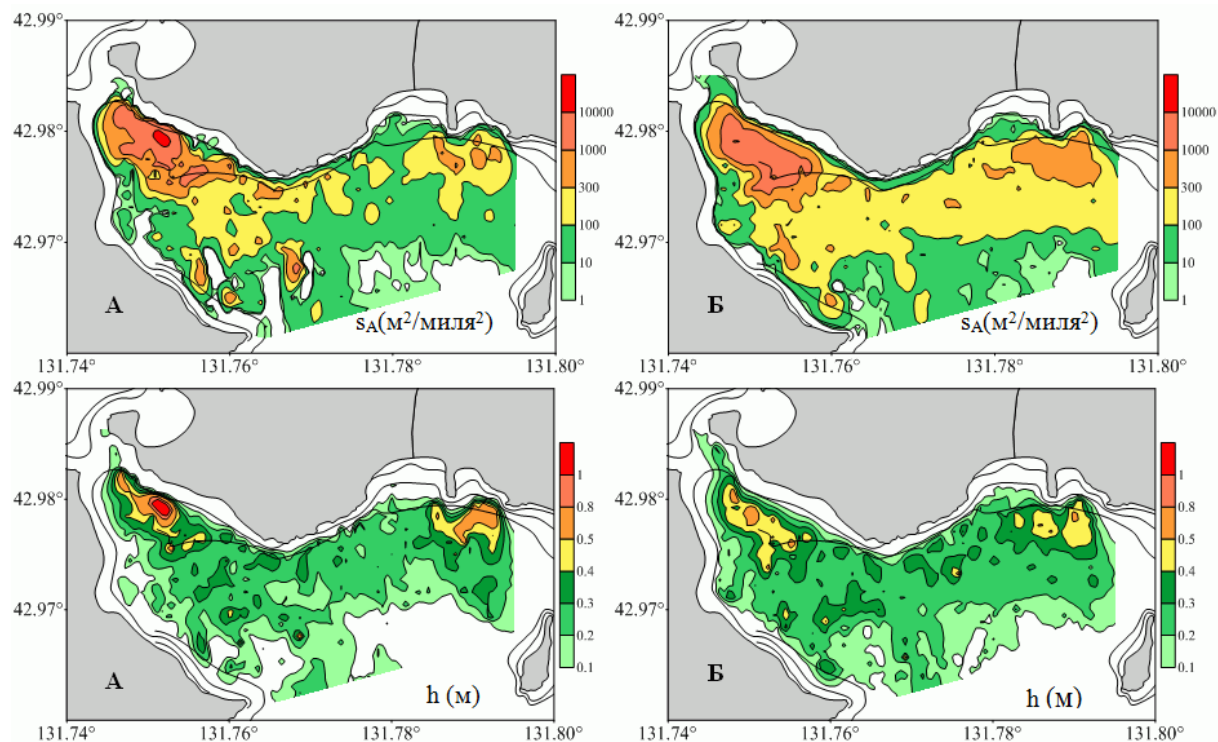


Рис. 5. Распределение плотности водорослей в величинах s_A ($\text{м}^2/\text{миля}^2$) и высоты слоя пласта h (м) в проливе Старка: А – до шторма; Б – после шторма

Заключение

Результаты исследований показали возможности измерения высоты слоя и плотности пласта водоросли анфельции тобучинской по его отражательной способности с использованием цифрового научного эхолота Симрад ЕУ-60 и программных средств обработки акустических данных [5]. Полученные данные сопоставимы с результатами традиционной водолазной съемки. Таким образом, использование гидроакустических средств наблюдений может значительно повысить точность и оперативность оценки пространственного распределения, границ распространения и плотности морских макрофитов, а в дальнейшем упростить саму процедуру съемки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Operator manual for Simrad ER60 Scientific Echo Sounder application. Simrad AS. 2004. 172 с.
2. Simmonds E.J., Williamson N.J., Gerlotto F., Aglen A. Acoustic Survey Design and Analysis Procedure: ICES Cooperative Research Report. 1992. № 187. 131 с.
3. Simmonds E.J., MacLennan D.N. Fisheries acoustics: theory and practice. 2nd ed. Blackwell Science published. 2005. 437 с.
4. Программа для ЭВМ «SALTSE» (Scattering Area Coefficient, Length and Target Strength Estimation): свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2015613954 / Убарчук И.А. (Россия), Ермольчев В.А. (Россия). - заявка

№2014661955; заявл. 24.11.2014; опубл. 31.03.2015, Федеральная служба по интеллектуальной собственности (Роспатент).

5. Кузнецов М.Ю., Жильцова Л.В., Убарчук И.А., Сыроваткин Е.В. Гидроакустические исследования запасов и распределения морской водоросли анфельдии тобучинской *Ahnfeltia Tobuchiensis* в заливе Петра Великого // Вопросы рыболовства. 2014. Т. 15. С. 140-150.

USE OF A HYDROACOUSTIC ECHOINTEGRING COMPLEX FOR RESEARCH OF AHNFELTIA (*AHNFELTIA TOBUCHIENSIS*) AREAS

Kuznetsov Michail Yu., Ph.D., head of laboratory
Polyanichko Vladimir I., junior researcher
Syrovatkin Yevgeniy V., leading engineer
Shevtsov Vasilij I., researcher

Federal State Scientific Institution « Pacific Scientific Research Fisheries Center »,
Vladivostok, Russia, e-mail: kuznetsovvm@tinro.ru,
vladimir.polyanichko@tinro-center.ru, evgeniy.syrovatkin@tinro-center.ru,
vasiliy.shevtsov@tinro-center.ru

It is shown that by means of digital echo sounder Simrad EY60 it is possible to measure with high resolution the height of algae ahnfeltia tobuchinsky layer and layer density on its backscattering ability by a method of echo integration. The regression dependence of nautical area scattering coefficient s_A measured by echo sounder from the density of algae is defined. Estimations of spatial distribution of ahnfeltia in various areas of its habitation in the Great Peter bay by a hydroacoustic method are received.

УДК 597.552.511

БИОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ ГОРБУШИ (*ONCORHYNCHUS GORBUSCHA*) РЕКИ РЕЙДОВОЙ (О. ИТУРУП) В СОВРЕМЕННЫЙ ПЕРИОД

Насонова Наталья Анатольевна, магистрантка КГТУ
Соколов Андрей Владимирович, доцент, канд. биол. наук

ФГБОУ ВО «КГТУ», Калининград, Россия, e-mail: Natalia-naz@rambler.ru,
Sokolov@klgtu.ru

Приведен анализ биологических характеристик нерестового стада горбуши реки Рейдовой острова Итуруп (Курильские острова). Зафиксирован тренд снижения средней длины самок горбуши в нерестовом стаде за период 1997-2016 гг. Проведен регрессионный анализ для выявления зависимости между основными биологическими параметрами горбуши, а именно длиной и массой рыбы, абсолютной индивидуальной плодовитостью и массой гонад

Южные Курильские острова являются крайним южным районом распространения лососей в Российской Федерации [1]. Они находятся на границе двух зоогеографи-

ческих зон, благодаря чему здесь велико разнообразие условий для воспроизводства лососей в реках и нагула молоди и взрослых рыб у берегов [2].

Горбуша (*O. gorbuscha*) на южных Курильских островах является также одним из наиболее массовых промысловых видов из лососей рода *Oncorhynchus* [3]. Одним из мест нереста горбуши является река Рейдовая, с расположенным на ней Рейдовым рыбобоводным заводом (рис. 1)



Рис. 1. Река Рейдовая (остров Итуруп)

Протяжённость реки составляет 18 км и берёт своё начало с хребта Грозный. На острове Итуруп развита густая сеть различных по величине рек и ручьев, впадающих в Охотское море и Тихий океан. Все реки берут начало со склонов потухших и действующих вулканов. Всего на Итурупе около 200 рек и ручьев, из них 46 имеют важное рыбохозяйственное значение[4].

Поскольку в настоящее время горбуша является одним из основных объектов промысла и искусственного воспроизводства, уступая только кете [5,6] то изучение структурно-биологических характеристик производителей горбуши реки Рейдовая, может являться одной из существенных составляющих при искусственном воспроизводстве, а в дальнейшем и эксплуатации нерестового стада в промысловом аспекте.

Материалами для данной работы послужили отчетные данные «Рейдового» ЛРЗ. Из отчетов выбирались данные биологического анализа производителей горбуши в реке Рейдовой за период с 1994 по 2016 год, которые подвергались статистическому анализу. Результаты маркирования, произведенного на Рейдовом ЛРЗ, говорят о том, что практически весь возврат производителей горбуши представлен рыбой «заводского» происхождения.

Сбор материала о биологических характеристиках горбуши осуществлялся на двух забоечных пунктах завода (рис.2), которые располагаются на реке Рейдовой.



1- основное здание рыбоводного завода; 2- паводковый забоечный пункт; 3 – забоечный пункт №1

Рис.2. Рейдовый лососевый рыбоводный завод

Основной точкой сбора икры является забоечный пункт №1, находящийся на расстоянии 1,8 км до завода, резервный (паводковый) пункт сбора икры расположен на расстоянии 200 метров от ЛРЗ. Все производители горбуши, заходящие в реку, находились на 4 и 5 стадии зрелости гонад [7].

Анализ данных о возрастном составе нерестового стада показал, что все производители горбуши реки Рейдовой заходили на нерест в возрасте 1 год, что соответствует классическим данным о возрасте нерестового стада горбуши в этом районе.

Средние размеры производителей горбуши раздельно по полу в 1997-2016 годах представлен на рис.2.

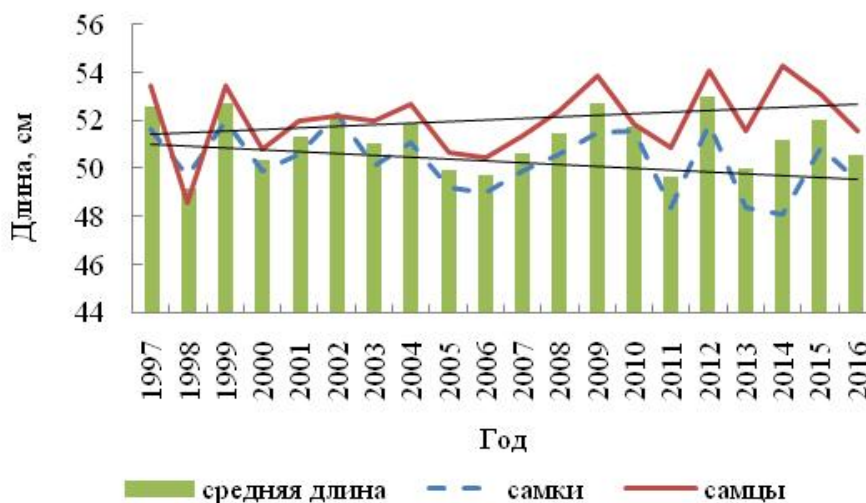


Рис.2. Средние размеры производителей горбуши в нерестовом стаде р. Рейдовой 1997-2016 гг.

Очевидно, что длина самцов горбуши превышает длину самок. Средняя длина самцов составляет 52,0 см, самок – 50,3 см. Прослеживается тренд увеличения средней длины самцов горбуши в нерестовом стаде и уменьшения средней длины самок горбуши. При этом линия тренда по обоим полам остается на одном уровне на протяжении всего периода сбора материала, так как данные о длине раздельно по полу уравниваются при подсчете средней длины для самок и самцов одновременно.

Средняя масса производителей горбуши так же незначительно различается у самок и самцов (рис.3).

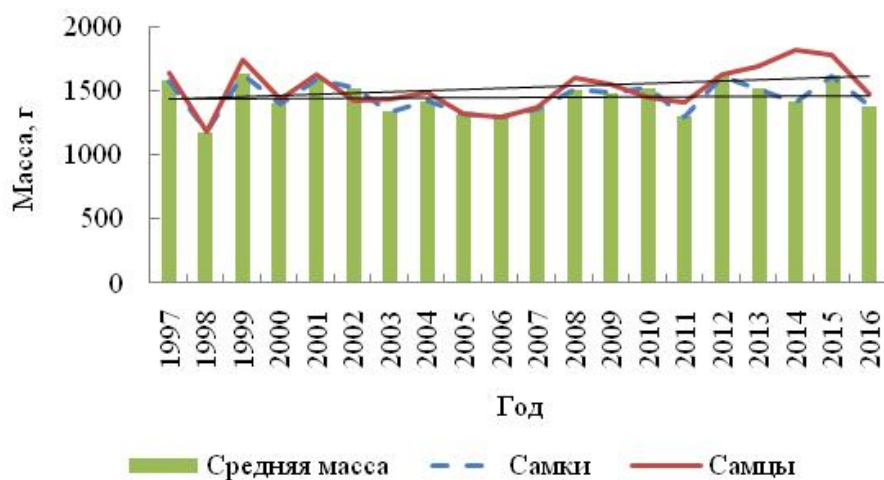


Рис.3. Средняя масса производителей горбуши в нерестовом стаде р. Рейдовой 1997-2016 гг.

Несмотря на тренд снижения средней длины самок горбуши, средняя длина их остается на одном уровне на протяжении 20 лет. У самцов горбуши наблюдается закономерное увеличение массы с увеличением средней длины.

Прослеживается зависимость между массой самки и массой гонад (рис.4).

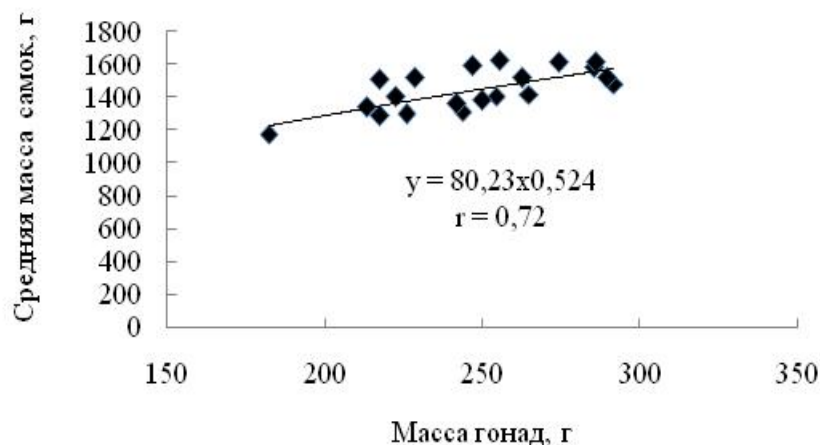


Рис.4. Зависимость массы гонад от средней массы самок горбуши р. Рейдовой

Данный график показывает, что при увеличении средней массы самки горбуши увеличивается масса гонад, о чем говорит коэффициент корреляции равный 0,72. При этом абсолютная индивидуальная плодовитость самок горбуши зависит от массы гонад (рис.5).

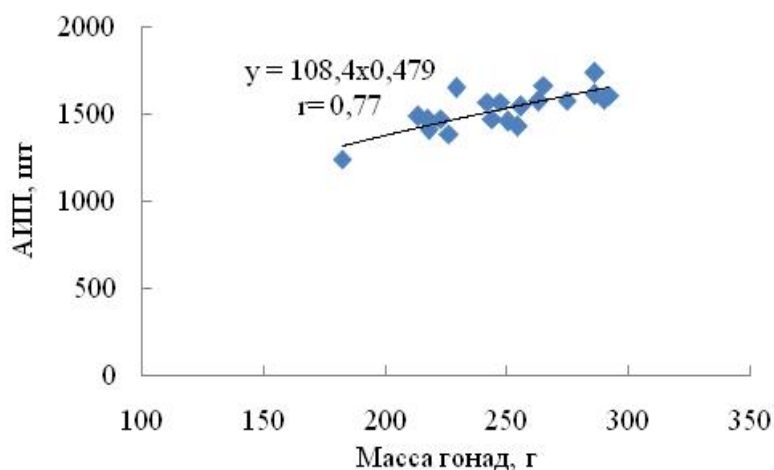


Рис.5. Зависимость массы гонады самок горбуши р. Рейдовой от АИП

Зависимость между этими параметрами сильная с коэффициентом корреляции 0,77.

Половая структура производителей горбуши р. Рейдовой представлена на рисунке 6. Половая структура на протяжении всего ряда лет наблюдений оказалась достаточно стабильной.

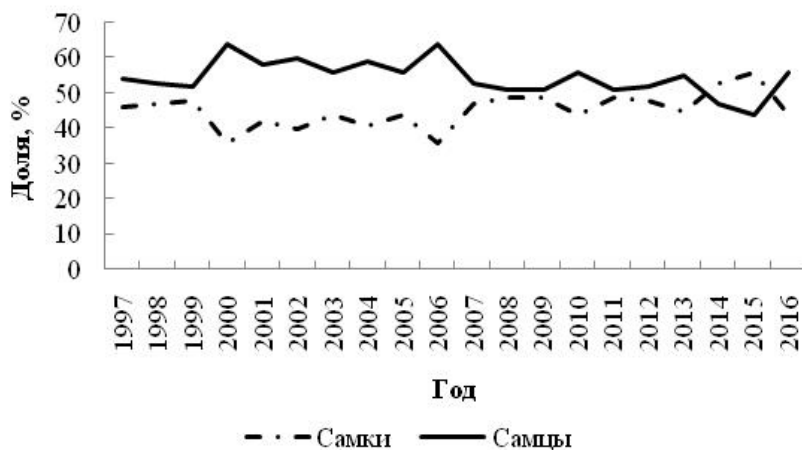


Рис.6. Половая структура производителей горбуши р. Рейдовой 1997-2016 гг.

В среднем за 20 лет соотношение полов производителей горбуши составляло 45:55, где всегда преобладали самцы. Исключением является только 2014 и 2015 год, в которых наблюдается преобладание самок над самцами в нерестовом стаде. Наибольшая степень доминирования самок в процентном соотношении составила 56:44 в 2015 году.

Заключение

При существующем режиме эксплуатации нерестового стада горбуши реки Рейдовой отмечается стабильность возрастной, половой структур и средней массы особей. Вместе с тем наблюдается достоверное снижение средней длины самок горбуши в нерестовом стаде, что может свидетельствовать об усиливающемся факторе воздействия промысла и браконьерского вылова на нерестовое стадо, в частности на самок горбуши в виду высокой ценности их икры.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Иванков В.Н. Особенности биологии горбуши южных Курильских островов. Автореферат дис. к. б. наук – Владивосток: ДВГУ, 1967. 238 С.
2. Иванков В.Н. Экология и моделирование популяции горбуши южных Курильских островов / В.Н. Иванков, В.Л. Андреев // Учёные записки ДВГУ – ДВГУ, 1972. С. 3 – 25.
3. Растительный и животный мир Курильских островов / под общ. ред. С.Ю. Стороженко // Владивосток Дальнаука. 2002. С. 134.
4. Атлас Курильских островов / под общ. ред. В.М. Котлякова // Москва – Владивосток, 2009.
5. Гриценко О.Ф. Проходные рыбы острова Сахалин (систематика, экология, промысел). / 4. О.Ф. Гриценко, М.: Издательство ВНИРО, 2002. 248 С.
6. Гриценко, О.Ф. Лососевое хозяйство Дальнего Востока / О.Ф. Гриценко // Рыб, хоз-во. 1994. № 2. 28-31С.
7. Правдин, И.Ф. Руководство по изучению рыб (преимущественно пресноводных) / И.Ф. Правдин. М.: Пищеваяпромышленность, 1966. 372с.

BIOLOGICAL CHARACTERISTICS OF PINK SALMON (ONCORHYNCHUS GORBUSCHA) RIVER RAID (ITURUP ISLAND) IN THE MODERN PERIOD

Nasonova Natalja Anatol'evna
Sokolov Andrey Vladimirovich

Kalininsrad State Technical University, Kaliningrad, Russia,
e-mail: Natalia-naz@rambler.ru, Sokolov@klgtu.ru

The article gives an analysis of biological characteristics spawning herd of the pink salmon of the river Reidovaya of Iturup island (Kuril Islands). A trend was observed in the decrease in the average length of the pink salmon in the spawning herd for the period 1997-2016. Regression analysis was performed to reveal the relationship between the basic biological parameters of pink salmon, namely, the length and mass of the fish, the absolute individual fertility and the weight of the gonads.

УДК: 597:591.524.12(261.74+661.2)

ИЗМЕНЕНИЯ ЧИСЛЕННОСТИ ИХТИОПЛАНКТОНА В ВОДАХ МАВРИТАНИИ

¹Пак Регина Анатольевна, аспирант

²Архипов Александр Геральдович, д-р биол. наук, заместитель директора

²Симонова Татьяна Александровна, старший инженер

¹ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет»,
Калининград, Россия, e-mail: pak.regina@bk.ru,

²ФГБНУ «Атлантический научно-исследовательский институт рыбного
хозяйства и океанографии», Калининград, Россия, e-mail: arkhipov@atlantniro.ru

Рассмотрены особенности распределения и изменения численности массовых видов ихтиопланктона у побережья Мавритании в 2000-2012 гг. с использованием гео-

информационных технологий и базы данных АтлантНИРО «Ихтиопланктон океанических районов». Ранние стадии развития исследуемых видов рыб обнаружены практически на всей рассматриваемой акватории с наибольшими скоплениями в районах крупных мысов. Рассчитаны индекс численности и абсолютная численность икринок и личинок основных промысловых видов рыб

Воды Мавритании (16-21° с.ш.) относятся к тропическому фаунистическому району и большую часть года находятся в зоне «пассатных апвеллингов». Рассматриваемая акватория является местом обитания в основном тропической ихтиофауны, хотя в холодные периоды года в районе м. Кап-Блан и несколько южнее интенсивно нерестятся субтропические виды рыб. Реже встречаются икринки и личинки, принадлежащие к субэкваториальной ихтиофауне. В ихтиопланктоне преобладают пелагические виды. Разными авторами в этом районе выделяется от 800 до 1000 видов рыб. В верхнем 100-метровом слое над шельфом отмечается более 100 видов пелагических икринок и личинок рыб. Здесь происходит активный нерест неритических рыб и нагул их молоди, обитающих в пределах этих гидрологической и климатической зон [1-5].

Динамика численности ихтиопланктона в значительной степени определяет колебания запасов взрослых рыб, так как основные параметры численности их поколений закладываются в течение ранних периодов жизни – эмбрионального, личиночного и малькового, и даже незначительные изменения смертности на начальных этапах жизни могут привести к тому, что численность одного поколения будет намного превышать численность другого [6-8].

В работе анализируются ихтиопланктонные материалы, собранные в 2000-2012 гг. в ходе комплексных съёмок в районе Мавритании (16-21° с.ш.). Пробы отбирались в разные сезоны года на 20-25 комплексных станциях над глубинами от 20 до 1000 м. Использовались планктоносборщики «Бонго-20» с газом № 17-19. Осуществлялся ступенчато-косой лов на горизонтах 100, 50, 35, 25, 10 и 0 м по 1,5-3 мин. на каждом горизонте при скорости судна 2,0-3,0 узла [9]. Дальнейшая обработка материалов проводилась в лабораторных условиях под бинокулярными микроскопами МБС-10 (увеличение 8 x 2, 8 x 4). В ходе камеральной обработки определялись видовой и количественный составы икринок и личинок рыб в пробах. Расчёт индексов численности ихтиопланктона вели методом площадей [10]. Для определения абсолютной численности ихтиопланктона, картирования и пространственного анализа данных использовалась корпоративная геоинформационная система (ГИС) АтлантНИРО, которая функционирует на основе информационных web-технологий и частично – облачных вычислений (cloud computing), при этом применялся метод обратно взвешенных расстояний [11]. Индекс численности ихтиопланктона – это сумма икринок или личинок в промысловых квадратах (численность икринок или личинок под м² интерполировалась на площадь промыслового квадрата размерами 20' x 20' или 20,0 x 18,7 миль) в толще воды от 0 до 100 м, количество промысловых квадратов равнялось количеству выполненных станций. Абсолютная численность – это количество икринок или личинок на всей исследуемой акватории (от побережья до изобаты 1000 м) в слое воды 0 - 100 м. Всего было проанализировано 16 съёмок.

Состав ихтиопланктона в водах Мавритании отражает фаунистическую принадлежность района. В тёплые сезоны чаще всего здесь отмечались икринки и личинки рыб тропической фауны – круглой сардинеллы (*Sardinella aurita*) и западноафриканской ставриды (*Trachurus trecae*). В холодные сезоны в основном встречались ранние стадии развития представителей субтропической фауны – европейской сардины (*Sardina pilchardus*), европейской ставриды (*Trachurus trachurus*) и восточной скумбрии (*Scomber japonicus*).

Данные о характере распределения икринок и личинок массовых видов субтропической (европейской сардины) и тропической (круглая сардинелла) ихтиофауны по данным зимней и летней съёмок 2010 г. представлены на рисунках 1-2. Ранние стадии развития европейской сардины были обнаружены практически на всей исследуемой акватории с наибольшими скоплениями икринок южнее мысов Кап-Блан и Тимирис, личинок - между мысами Кап-Блан и Тимирис (20° с.ш.) и южнее Нуакшота ($17^{\circ}30'$ с.ш.) (рис. 1). Икринки и личинки круглой сардинеллы отмечались в меньших количествах, т.к. по данным АтлантНИРО этот вид находится в депрессивном состоянии [12]. Высокая численность икринок круглой сардинеллы была зафиксирована между мысами Кап-Блан и Тимирис, личинок – южнее Нуакшота (17° - 18° с.ш.) (рис. 2).

Нами был выполнен расчет индекса численности и абсолютной численности икринок и личинок массовых видов рыб рассматриваемого района. Индексы численности икринок и личинок рыб, используемые для качественного и количественного анализа интенсивности нереста и изучения динамики численности этих видов в раннем онтогенезе, были рассчитаны по стандартным станциям методом площадей. Результаты расчёта представлены в таблице 1.

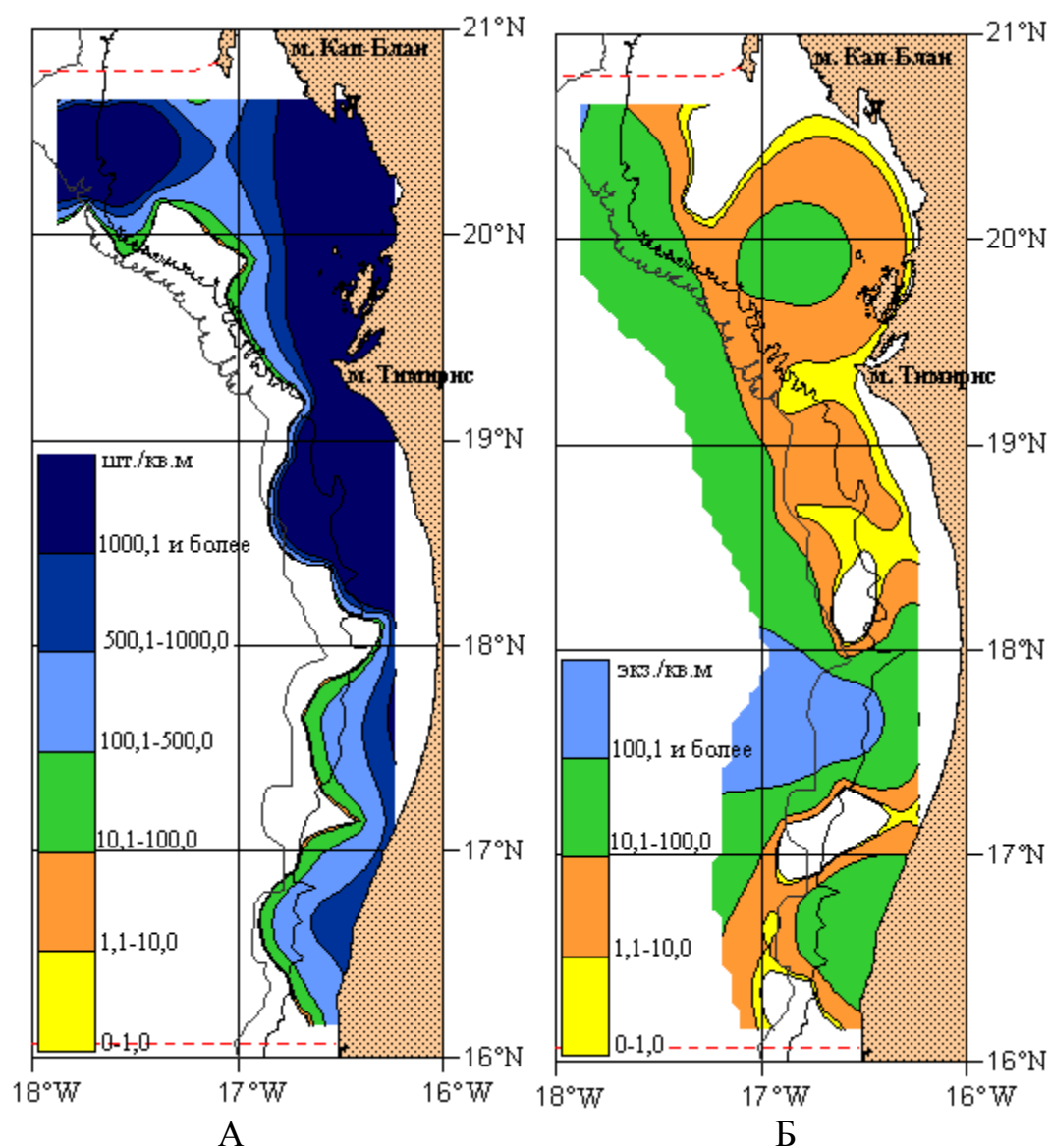


Рис. 1. Распределение икринок (шт./м²) (А) и личинок (экз./м²) (Б) европейской сардины в январе 2010 г.

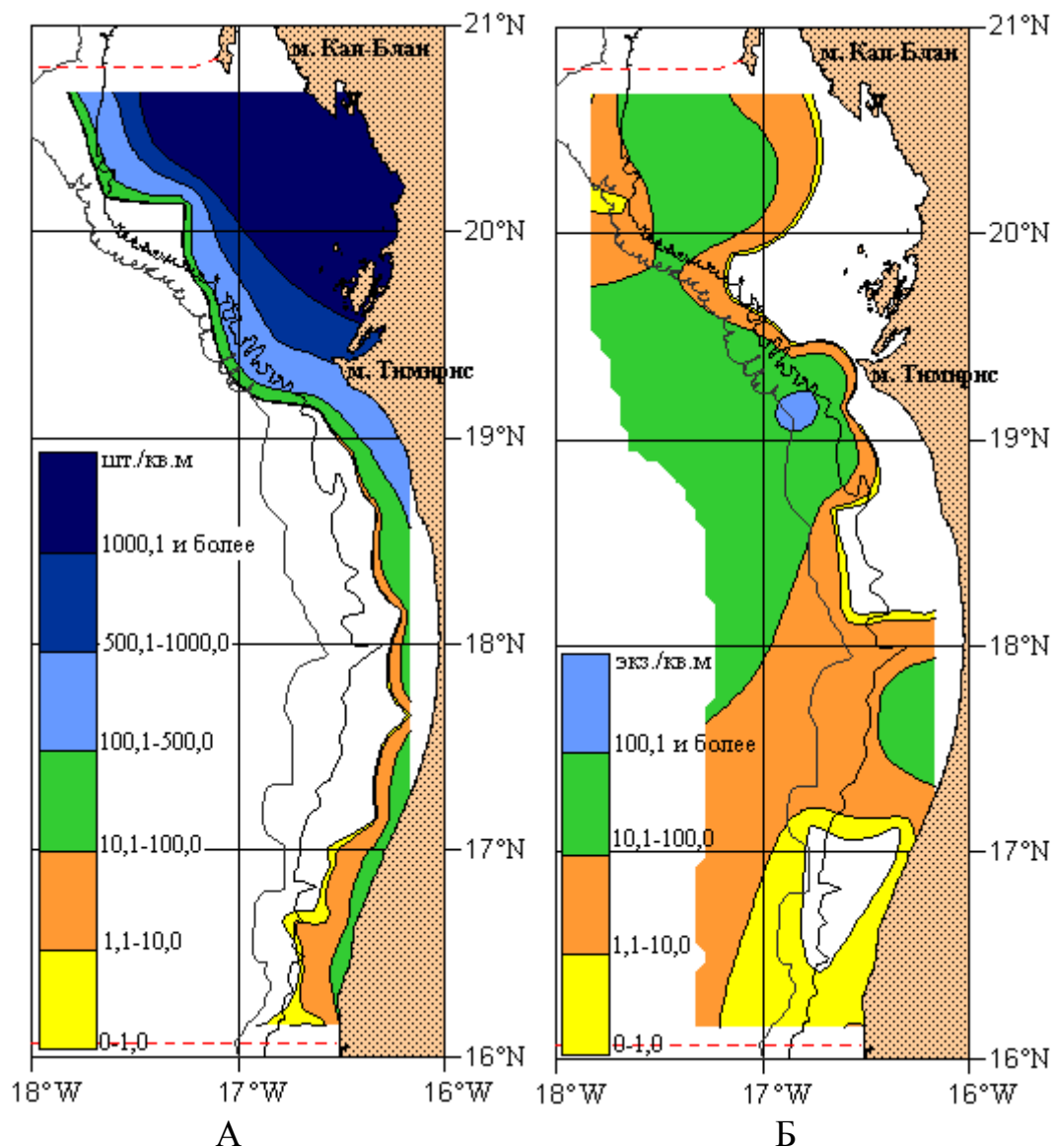


Рис. 2. Распределение икринок (шт./м²) (А) и личинок (экз./м²) (Б) круглой сардинеллы в августе 2010 г.

Таблица 1

Индексы численности икринок и личинок (экз. x 10⁹) массовых видов рыб в районе Мавритания (16-21°с.ш.)

Период съёмки (год, месяц)	Sardina pilchardus		Sardinella aurita		Trachurus trachurus		Trachurus trecae		Scomber japonicus	
	И	Л	И	Л	И	Л	И	Л	И	Л
2000, VII	-	-	703,0	397,6	-	-	452,1	96,0	11,0	6,9
2001, VIII	-	2,3	-	4486,8	-	-	55,3	32,0	-	43,8*
2003, XI-XII	3580,7	2807,3	12,6*	3,1	54,9	99,2	-	-	13,6	85,4*
2004, VIII	29,3	53,2	65,0	565,6	-	-	38,1	70,8	4,9	18,2*
2005, I	10245,4	294,9*	66,6	1,9	17,9	13,4*	-	-	16,3	9,2*
2005,	1922,7	1042,2	-	-	66,8	29,4	-	-	58,1	35,1

Период съёмки (год, месяц)	Sardina pilchardus		Sardinella aurita		Trachurus trachurus		Trachurus trecae		Scomber japonicus	
	И	Л	И	Л	И	Л	И	Л	И	Л
ХП – 2006, I										
2006, VIII	15,2	-	86,8	545,3	-	-	75,4	16,8	5,2	27,9
2007, VIII	36,2	10,5	1679,0	1240,1	-	-	43,6	219,1*	-	-
2007, ХП – 2008, I	12464,0	4023,7	26,2	2,6*	682,5	759,2*	-	-	200,1*	387,1*
2008, VIII	360,7	54,1	229,1	249,7	-	-	49,4	30,5	11,1	17,2
2009, I	12038,7	2855,8	-	-	1726,3	247,8	-	-	1319,9*	390,8*
2010, I	48636,9	1263,4*	273,8*	11,8	2436,1*	179,5*	-	-	683,3*	33,2*
2010, VIII	-	183,2	7251,4	301,2	-	-	583,2	99,7	23,7	-
2011, VIII	-	-	4451,3	3053,9	-	-	72,1*	45,8	31,1	5,5
2012, I	1,8	768,1	-	-	197,3*	60,9	-	-	126,5	1,0
2012, XI-XII	204,8	122,2	37,1	24,3	51,8*	144,8	60,7*	37,1*	103,3*	-

* - в рассматриваемом году на значения численности данного вида на ранних стадиях развития повлияли 1-2 больших улова на учётных станциях, что привело к некоторому завышению результата.

Численность сельдевых на ранних стадиях развития, как правило, значительно превышала численность ставридовых и скумбриевых. Численность икринок и личинок ставридовых и скумбриевых изменялась в близких пределах.

Как уже отмечалось, в теплые сезоны года в ихтиопланктоне преобладали представители тропической фауны, в холодные – субтропической. Можно отметить повышенную численность икринок и личинок европейской сардины в зимние сезоны 2005, 2007-2008, 2009 и 2010 гг. Высокая численность икринок и личинок круглой сардинеллы отмечалась летом 2007, 2010 и 2011 гг. Изменения численности икринок и личинок ставридовых и скумбриевых по годам не имели выраженных трендов.

Абсолютная численность икринок и личинок рассматриваемых видов для всей исследуемой акватории от побережья до изобаты 1000 м рассчитывалась с использованием ГИС-технологий методом обратно взвешенных расстояний. Результаты расчетов представлены в таблице 2.

Таблица 2

Абсолютная численность икринок и личинок (экз. x 10⁹) массовых видов рыб в районе Мавритания (16-21°с.ш.)

Период съёмки (год, месяц)	Sardina pilchardus		Sardinella aurita		Trachurus trachurus		Trachurus trecae		Scomber japonicus	
	И	Л	И	Л	И	Л	И	Л	И	Л
2000, VII	-	-	1555,2	467,2	-	-	1166,0	104,3	12,7	7,4
2001, VIII	-	6,3	-	16000,6	-	-	70,5	90,8	-	41,9*
2003, XI-XII	4994,9	3307,8	10,9*	4,4	69,0	141,9	-	-	15,6	79,0*
2004,	37,2	57,1	89,5	837,7	-	-	43,8	73,0	6,9	12,1*

Период съёмки (год, месяц)	Sardina pilchardus		Sardinella aurita		Trachurus trachurus		Trachurus trecae		Scomber japonicus	
	И	Л	И	Л	И	Л	И	Л	И	Л
VIII										
2005, I	15618,7	234,9*	264,9	5,8	25,7	8,7*	-	-	21,6	6,3*
2005, XII – 2006, I	3108,1	1638,0	-	-	106,3	29,5	-	-	83,9	41,2
2006, VIII	36,8	-	165,8	850,9	-	-	96,6	18,2	10,3	35,9
2007, VIII	43,2	11,8	4037,4	1779,3	-	-	60,8	208,0*	-	-
2007, XII – 2008, I	18479,9	4387,2	29,6	1,2*	776,1	510,7*	-	-	160,4*	250,9*
2008, VIII	509,5	119,4	640,4	449,7	-	-	60,7	47,3	19,9	26,6
2009, I	16601,1	3068,6	-	-	1882,4	304,5	-	-	1144,8*	371,6*
2010, I	78648,4	1048,7*	262,5*	16,7	1794,9*	95,7*	-	-	577,9*	22,9*
2010, VIII	-	236,0	30229,9	432,1	-	-	1984,1	130,8	97,3	-
2011, VIII	-	-	10737,2	6357,6	-	-	43,5*	77,8	58,7	7,6
2012, I	3,0	2128,0	-	-	194,0*	95,2	-	-	134,4	2,2
2012, XI-XII	360,2	162,9	41,1	32,2	50,9*	150,0	53,3*	32,8*	91,6*	-

* - в рассматриваемом году абсолютная численность вида на ранней стадии развития примерно равна или несколько меньше значения индекса численности этого вида

Сравнение средних значений индекса численности и абсолютной численности массовых видов ихтиопланктона показало, что значения второго показателя колебались относительно первого от 0,9 до 3,2 раза (табл. 3). В некоторых из рассматриваемых лет значения абсолютной численности икринок и личинок исследуемых видов рыб были примерно равны или даже несколько меньше значений индекса численности этих видов. В основном это наблюдалось у субтропических видов (европейской ставриды и восточной скумбрии), нерестящихся на севере изучаемого района. По-видимому, это связано с тем, что в ходе съёмок отмечались один-два больших улова рассматриваемых видов на ранних стадиях развития, которые повлияли на значение индекса их численности. А при расчёте абсолютной численности вида значения больших уловов нивелировались в ходе интерполяции результатов на всю рассматриваемую площадь.

Таблица 3

Средние значения численности икринок (И) и личинок (Л) массовых рыб (экз. х 10⁹) в 2000-2012 гг.

Средние значения	Sardina pilchardus		Sardinella aurita		Trachurus trachurus		Trachurus trecae		Scomber japonicus	
	И	Л	И	Л	И	Л	И	Л	И	Л
Индекс численности (ИЧ)	5596,0	842,6	930,1	680,2	327,1	95,9	89,4	40,5	163,0	66,4
Абсолютная численность (АЧ)	8652,6	1025,4	3004,0	1702,2	306,2	83,5	223,7	48,9	152,3	56,6
АЧ/ИЧ	1,5	1,2	3,2	2,5	0,9	0,9	2,5	1,2	0,9	0,9

Расчёт абсолютной численности ихтиопланктона методом обратно взвешенных расстояний имеет свои ограничения [13]. Из-за значительного количества нерезультативных ловов и одного-двух больших уловов в некоторые годы получились близкие или меньшие, по сравнению с индексом численности, результаты. Поэтому оптимально при выполнении ихтиопланктонных съёмок необходимо иметь количество результативных уловов более 3-5, для чего следует несколько увеличить количество выполняемых станций. По нашему мнению, значения абсолютной численности икринок и личинок рыб, рассчитанные по большому количеству результативных уловов (более 3-5), точнее отражают динамику численности ихтиопланктона, так как они определялись для всей акватории съёмок, а не по стандартным станциям, данные по которым использовались при определении индекса численности.

В целом многолетние тенденции колебаний индекса численности и абсолютной численности ранних стадий онтогенеза массовых видов рыб были сходными (табл. 1, 2).

Выявленные межгодовые колебания численности ихтиопланктона, по всей видимости, были обусловлены изменчивостью гидрологических условий и, в первую очередь, интенсивностью прибрежных апвеллингов. Это, в конечном счете, приводило к изменениям площади насыщенных биогенами глубинных вод, поднятых на поверхность, вспышке численности фито-, а затем и зоопланктона, что, в свою очередь, привлекало туда рыб-планктофагов. Все вышеперечисленное несомненно сказывается на сроках и интенсивности нереста промысловых рыб и, в частности, на особенностях вспышек их нерестовой активности. Кроме того, на полученные результаты, видимо, повлияли и изменения сроков проводимых съёмок в разные годы. Границы толерантности и оптимальные значения абиотических и биотических факторов среды для нереста рассматриваемых видов рыб различны, поэтому вспышки численности икринок и личинок этих видов происходили не синхронно [4, 7].

В целом в водах Мавритании значения абсолютной численности икринок и личинок рыб точнее отражают динамику численности ихтиопланктона, так как они определялись для всей акватории съёмок, а не по стандартным станциям, данные по которым использовались при определении индекса численности. Тенденции изменений индекса численности и абсолютной численности рассматриваемых рыб в раннем онтогенезе по годам в водах Мавритании были одинаковы. В конце рассматриваемого в настоящей работе периода (2011-2012 гг.) численность икринок практически всех исследуемых видов была ниже среднемноголетнего уровня, а численность личинок – выше. Колебания численности икринок и личинок изучаемых видов происходили не синхронно. Эти колебания в основном определялись сложным комплексом абиотических и биотических факторов среды, влияющих на распределение и численность массовых промысловых видов рыб Центрально-Восточной Атлантики в раннем онтогенезе, а также смещением периодов проведения съёмок в разные годы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Доманевский Л. Н. Рыбы и рыболовство в неритической зоне Центрально-Восточной Атлантики. Калининград: АтланНИРО, 1998. 195 с.
2. Центрально-Восточная Атлантика / Р.Г. Берников, Л.Н. Доманевский, С.К. Кудерский, В.Н. Яковлев // Промыслово-океанологические исследования в Атлантическом океане и южной части Тихого океана (под ред. В.Н. Яковлева, д.г.н., проф.). 2002. Т. 1. С. 146-195.
3. Архипов А.Г. Сезонная и межгодовая изменчивость ихтиопланктона у побережья Мавритании // Вопросы ихтиологии. 2009. Т. 49. № 4. С. 519-527.

4. Архипов А.Г. Динамика численности икринок и личинок массовых видов рыб северной части Центрально-Восточной Атлантики // Вопросы ихтиологии. 2015а. Т. 55. № 2. С. 173-179.
5. Blache J., Cadenat J., Stauch A. Faune tropicale // XVIII Cles de determination des poissons de mer signales dans l'Atlantique oriental. Paris. ORSTOM. 1970. 479 p.
6. Значение ранних стадий развития в формировании численности поколений / Т. В. Дехник, В. П. Серебряков, С. Г. Соин // Теория формирования численности и рационального использования стад промысловых рыб. 1985. С. 56-72.
7. Архипов А.Г. Динамика численности и особенности распределения ихтиопланктонных сообществ северной части Центрально-Восточной Атлантики и морей Средиземноморского бассейна. Калининград: АтлантНИРО, 2006. 232 с.
8. Архипов А. Г. Применение результатов изучения раннего онтогенеза морских промысловых рыб в рыбохозяйственной деятельности // Труды ВНИРО. 2015б. Т. 156. С. 14-35.
9. Методические указания по сбору проб зоо- и ихтиопланктона планктоно-сборщиком «Бонго» и их обработке. Калининград: Изд-во АтлантНИРО, 1983. – 36 с.
10. Аксютин З.М. Элементы математической оценки результатов наблюдений в биологических и рыбохозяйственных исследованиях. М.: Пищ. пром-сть, 1968. 289 с.
11. Пак Р.А., Коломейко Ф.В, Архипов А.Г. Использование современных геоинформационных технологий в исследованиях ранних стадий развития промысловых рыб северной части Центрально-Восточной Атлантики // Известия КГТУ. 2016. № 42. С. 39-48.
12. Архипов А.Г., Пак Р.А., Симонова Т.А. Динамика численности ихтиопланктона у побережья Мавритании // Труды АтлантНИРО. 2017. Т. 1. № 4. С. 98-106.
13. Watson D.F., Philip G.M. A refinement of inverse distance weighted interpolation // Geoprocessing. 1985. V. 2. P. 315-327.

CHANGES OF NUMBER OF ICTHYOPLANCTON IN WATERS OF MAURITANIA

¹Pak Regina Anatol'evna, graduate student

²Arhipov Aleksandr GERAL'DOVICH, Dr.Sci.Biol., deputy director

²Simonova Tatyana Aleksandrovna, senior engineer

¹Kaliningrad State Technical University, Kaliningrad, Russia,

e-mail: pak.regina@bk.ru

²Atlantic Research Institute of Marine Fisheries and Oceanography,

Kaliningrad, Russia, e-mail: arhipov@atlantniro.ru

The distribution were considered and change of number of mass types of an ichthyoplankton at the coast of Mauritania (16-21°N) in 2000-2012 were analyzed. Geoinformational technologies and database «Ichthyoplankton of the oceanic areas» of AtlantNIRO were for this purpose used. Early stages of development of the studied species of fish are recorded practically on all considered water area with the greatest congestions in areas of large capes. The relative is index of number and absolute the number of eggs and larvae of the main trade species of fish.

РОЛЬ БАЙКАЛЬСКОГО БОКОПЛАВА (*GMELINOIDES FASCIATUS STEBBING*) В ПИТАНИИ РЫБ ЛАДОЖСКОГО ОЗЕРА

Распутина Елена Николаевна, канд. биол. наук, научн. сотр. лаборатории ЭРВБ
Милянчук Николай Петрович, аспирант, стажер-исследователь лаборатории ЭРВБ
Ильмаст Николай Викторович, д-р биол. наук, зав. лаб. ЭРВБ

Институт биологии КарНЦ РАН, ФИЦ «Карельский научный центр РАН»,
Петрозаводск, Россия, e-mail: rasputina.17@yandex.ru, milyanchuk90@mail.ru,
ilmast@mail.ru

*Исследовалось питание рыб Ладожского озера на примере речного окуня. Особое внимание уделялось виду-вселенцу Байкальскому бокоплавцу, а именно какую роль он занимает в питании рыб. Выяснили, что места обитания окуня и байкальского рачка в значительной степени совпадают. Состав пищи окуня был разнообразен: куколки хириноид, ручейники, байкальская амфипода и пр. Однако стоит отметить, что в весовом отношении первое место занимал именно *Gmelinoides fasciatus* (40 % пищевого комка), что свидетельствует о его высокой значимости в питании окуня*

Введение

Проникновение новых видов (главным образом рыб и различных беспозвоночных) в водные экосистемы является одной из актуальных экологических проблем последних десятилетий, характерной для большого числа водоёмов России. Этот процесс может иметь как преднамеренный, так и случайный характер. Экосистема при этом зачастую испытывает стресс, который соизмерим с негативными последствиями от ряда отраслей промышленного производства [1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12].

В современных водоёмах ряд видов, относящихся к группе амфипод, активно расселяются за пределы своих естественных ареалов. Последствиями таких вселений является существенное изменение в экосистемах-реципиентах.

Известно, что амфипода *Gmelinoides fasciatus*, обитающая в литоральной зоне озера Байкал, с 1960-1970 гг стала объектом преднамеренной интродукции в другие водоёмы России с целью повышения их кормовой базы для промысловых видов рыб [13,14,15,16,17,18,19,20,21]. После того, как на Европейском севере России Байкальский бокоплав успешно адаптировался к новым условиям среды, далее, он стала расселяться в соседние водоёмы уже самостоятельно. Успешность акклиматизации вида определяется такими биологическими особенностями, как большая плодовитость, высокий темп роста, раннее созревание, устойчивости к загрязнению среды обитания, способность к активному саморасселению и всеядность. Состав пищевого спектра напрямую зависит от структуры биоценоза и доступности организмов. Стоит отметить, что активному расселению *G.fasciatus* способствует и его хищный тип питания. Так, например, им был вытеснен аборигенный вид *Gammarus lacustris* из литоральных биоценозов Ладожского озера [22,23].

После проникновения в первой половине 1980-х гг в Ладожское озеро байкальская амфипода *G.fasciatus* стала доминирующим компонентом бентоса во всех типах литоральных биотопов озера [24,25]. Это привело к значительному изменению структуры бентосных сообществ литорали. Байкальская амфипода в настоящее время занимает большое значение при формировании и функционировании донных биоценозов прибрежной зоны озера.

Однако, стоит отметить, что сведений о том, какую именно роль занимает байкальский рачок в питании рыб, на сегодняшний день в литературе немного. Данная работа посвящена исследованию роли вида-вселенца *G.fasciatus* в питании рыб, обитающих в литоральной зоне Ладожского озера на примере речного окуня *Perca fluviatilis*.

Материал и методика

Ладожское озеро – крупнейший водоем Европы. Расположено на северо-западе европейской части России, относится к бассейну Балтийского моря. Площадь озера – 17680 км², объем водной массы – 908 км³. Водоём глубоководный, средняя глубина – 51 м, наибольшая – 228 м [26,27]. Общая минерализация воды составляет 60 мг/л, по ионному составу вода озера относится к гидрокарбонатному классу группы Са. Ладожское озеро принимает сток с водосборного бассейна площадью 258 тыс. км², включающего четыре вторичных бассейна: частный бассейн Ладожского озера (28.4 тыс. км²); Онежско-Свирский (83.2 тыс. км²); Ильмень-Волховский (80.2 тыс. км²) и Саймо-Вуоксинский (66.7 тыс. км²). Водосборный бассейн озера расположен на территории трёх государств – России (80%), Финляндии (19.9%) и Белорусии (0.1%). По отношению ко всей территории России регион водосбора Ладожского озера характеризуется высоким уровнем экономического развития с высокой концентрацией производства. В пределах России он размещается в семи субъектах Федерации: Ленинградская область (39%), Карелия (29%), Новгородская область (17%), Псковская область (6%), Тверская область (4%), Вологодская область (3%), Архангельская область (2%). Любые изменения, происходящие на этой территории, неизбежно сказываются на озере. Полный водообмен озера осуществляется за 12 лет.

По литературным данным, наиболее резкая перестройка структуры экосистемы озера произошла в 1976-1983 гг, когда наблюдалось ускорение процессов антропогенного эвтрофирования озера (увеличения биогенной нагрузки на водоём). В силу холодноводности и низкой минерализации воды Ладожское озеро продолжало оставаться устойчивым к вторжению чужеродных видов беспозвоночных, в том числе обладающих высоким инвазивным потенциалом.

Сбор ихтиологического материала проводился в июне-августе 2016 г на северном побережье Ладожского озера в месте расположения садкового форелевого хозяйства (Лахденпохский р-н Карелии). Сетные порядки для отлова рыб устанавливались на расстоянии 100-150 м от садков (станция «садки») и на удалении 1500-2000 м (станция «контроль»). Всего было отловлено и обработано 175 экз. рыб. Камеральная обработка рыб производилась в лабораторных условиях, согласно стандартным методикам [28].

Из желудка рыб извлекался пищевой комок, организмы разбирались по основным систематическим группам, по возможности определялись до вида, просчитывались и взвешивались на торсионных весах. Объекты, редко встречающиеся в питании рыб, объединялись в группу «Прочие». Рассчитывался общий индекс наполнения желудка ($\text{в } \frac{0}{000}$ – как отношение массы пищи, мг к массе рыбы, г, умноженное на величину 10). Также вычислялся индекс наполнения желудка отдельно для водной и воздушной фракций.

Результаты исследования

В Ладожском озере обитает 42 вида рыб и рыбообразных, не считая тех, которые оказались в водоёме в результате акклиматизационных работ [29]. Всего в водоёме региона известно 58 видов и разновидностей рыб. Значительное число видов круглоротых и рыб озера (23 вида, или 54% от общего состава), имеют промысловое значение. К ним относятся сиг, ряпушка, корюшка, судак, лещ, плотва и окунь.

Окунь является одним из массовых видов рыб Ладожского озера. Этот вид характеризуется большой экологической пластичностью. В водоёмах он может образовывать отдельные экологические формы, различающиеся по продолжительности жизни особей, темпу роста, экологии размножения, распределению и характеру питания. У берега держится мелкий и раньше нерестующий (в мае и июне) окунь, в открытой части крупный пелагический окунь, нерест которого может протекать на 1-2 месяца позднее. Молодь, до 6 см длины, питается преимущественно рачковым планктоном, затем переходит на питание бентосом. На хищное питание окунь переходит при длине 13-15 см, продолжая потреблять и бентос. Таким образом, места обитания окуня и байкальского бокоплава в озере в значительной степени совпадают. Высокая численность популяции и экономическая значимость окуня обуславливают большой интерес исследователей к нему [30].

Для оценки роли байкальского бокоплава *G.fasciatus* как кормового объекта рыб было исследовано питание окуня – наиболее массового вида в прибрежной зоне Ладожского озера. Возрастной состав улова был представлен особями двух возрастных групп (3+ - 4+), доминировали трехлетки (около 60%). Средний размер рыб (AD) составлял 13.6 см (11.3-15.8 см), масса тела – 37,3 г (22-69 г). Существенных различий в питании окуня по возрастам 3+ и 4+ не отмечено (средний индекс наполнения желудков окуней 3+ - 86.8⁰/₀₀₀, 4+ - 84.7⁰/₀₀₀).

Качественный состав пищи окуня был разнообразен (рис 1.). Наиболее часто встречались куколки хирономид (84%), ручейники (60%), байкальская амфипода (53%), личинки хирономид (45%), реже встречались насекомые, поденки и пр. В весовом отношении выделяются байкальская амфипода (40%), рыбы (30%), ручейники (16%), куколки хирономид (10%). Доля остальных организмов оказалась мала (< 2%). Индекс наполнения желудков рыб составлял в среднем 86⁰/₀₀₀ (0.2 – 347.7). Пустых желудков обнаружено не было.

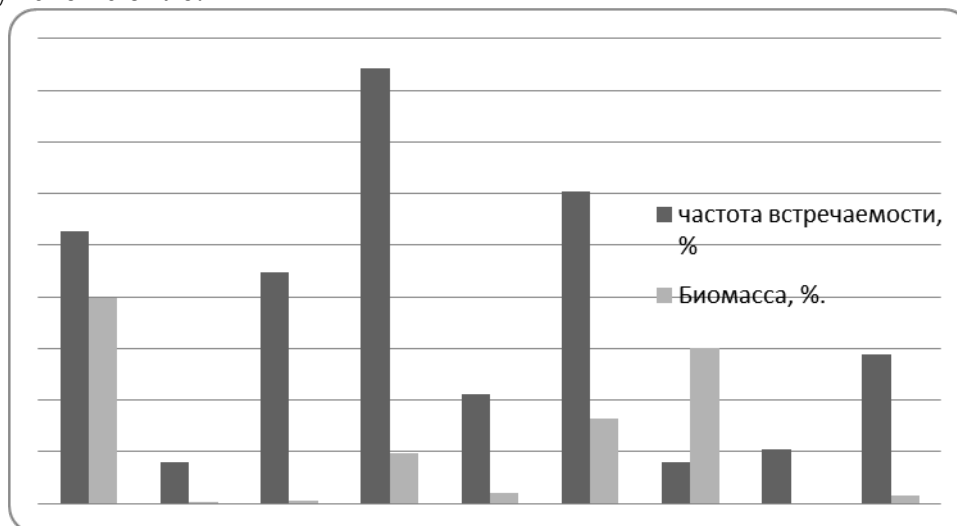


Рис.1. Питание молоди окуня литоральной зоны Ладожского озера.

Заключение

Анализ содержимого желудков показал, что у окуня на третьем-пятом году жизни доминирует бентосный тип питания. Причем, в летний период вид-вселенец *G.fasciatus* занимает значительную долю в питании окуня литоральной зоны озера (до 40% по биомассе). Таким образом, в результате инвазии байкальского бокоплава в Ладожском озере появился новый массовый, доступный для рыб кормовой объект. Также вселение бокоплава привело к изменению структуры литоральных биоценозов озера. В настоящее время байкальский рачок в большом количестве встречается в литоральной

зоне Ладожского озера. Принимая во внимание высокую способность вида к саморасселению за счет некоторых его биологических особенностей, важно изучить возможные варианты дальнейшего расселения вида по притокам в другие водоёмы бассейна Ладожского озера. Стоит отметить, что для более полной оценки роли вселенца как кормового объекта необходимо исследовать сезонную динамику питания рыб.

Финансовое обеспечение исследований осуществлялось из средств бюджета на выполнение государственного задания проекта № 0221 – 2017 – 0045; Программы Президиума РАН проекта № 0222 – 2018 – 0002, проекта РФФИ № 18-04-00163.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Изменение структуры рыбного населения эвтрофируемого водоема / Ю.С. Решетников, О.А. Попова, О.П. Стерлигова и др. М.: Наука, 1982. 248 с.
2. Алимов А.Ф., Орлова М.И., Панов В.Е. Последствия интродукции чужеродных видов для водных экосистем и необходимость мероприятий по их предотвращению // Виды-вселенцы в европейских морях России. Апатиты: КНЦ РАН. 2000. С. 12-23.
3. Биологические инвазии в водных и наземных экосистемах / А.Ф. Алимов, Н.Г. Богуцкая, М.И. Орлова и др. М.: Т-во науч. изд. КМК, 2004. 436 с.
4. Инвазии чужеродных видов в природе и в моделях / Д.С. Павлов, Ю.Ю. Дгебуадзе, И.Ю. Фенева. // Тез. докл. 8-го съезда Гидробиол. о-ва РАН. Т. 1. АтлантНИРО, г.Калининград. 2001. С. 25-26.
5. Проблемы инвазий чужеродных организмов / Дгебуадзе Ю.Ю. // Сб. мат. круглого стола Всерос. конф. Экологическая безопасность и инвазии чужеродных организмов. М.: Изд-во ИПЭЭ, 2002. С. 11-14.
6. Национальная стратегия, состояние, тенденции, исследования, управление и приоритеты в отношении инвазий чужеродных видов на территории России / Дгебуадзе Ю.Ю. // II междунар. симп. Инвазии чужеродных видов в Голарктике. Борок, 2003. С. 26-34.
7. Дгебуадзе Ю.Ю. Чужеродные виды в Голарктике: некоторые результаты и перспективы исследований // Российский журнал биологических инвазий. 2014. №1. С. 2–8.
8. Jazdzewski K., Konopacka A. Invasive Ponto-Caspian species in Waters of the Vistula and Oder basins and the southern Baltic Sea. In *Invasive Aquatic Species of Europe. Distribution, Impacts and Management*. Eds. E. Leppäkoski, S. Olenin, S. Golasch. Dordrecht, Boston, London: Kluwer Academic Publishers, 2002. P. 384–398.
9. Arbačiauskas K. Ponto-Caspian amphipods and mysids in the inland waters of Lithuania: history of introduction, current distribution and relations with native malacostracans. In: *Invasive Aquatic Species of Europe – Distribution, Impacts and Management*. Eds. E. Leppäkoski, S. Gollasch, S. Olenin, Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2002 P. 104–115.
10. Arbačiauskas K. Amphipods of the Nemunas River and the Curonian Lagoon, the Baltic Sea basin: where and which native freshwater amphipods persist?. *Acta Zoologica Lituanica*. 2008 V. 18. N. 1 P. 10–16.
11. Berezina N.A. Changes in aquatic ecosystems of the northwestern Russia after introduction of Baikalian amphipod *Gmelinoides fasciatus* // In: *Biological invaders in inland waters: profiles, distribution, and threats*. Ed. F. Gherardi. Springer, Dordrecht, the Netherlands, 2007. P. 479–493
12. Grabowski M, Jazdzewski K and Konopacka A (2007) Alien Crustacea in Polish waters- Amphipoda. *Aquatic Invasions* 2(1): 25-38.

13. Иоффе Ц.И. Способы перевозки пресноводных беспозвоночных // Методы перевозки водных беспозвоночных и личинок рыб в целях их акклиматизации. М.: Наука, 1960. С. 25–34.
14. Иоффе Ц.И. Обзор выполненных работ по акклиматизации кормовых беспозвоночных для рыб в водохранилищах // Изв. ГосНИОРХ. 1968. Т. 67. С. 7–29.
15. Бекман М.Ю. Экология и продукция *Micrurorus possolsii* Sow. и *Gmelinoides fasciatus* Stebb. // Труды Лимнологического ин-та Сибирского отделения АН СССР. 1962. Т. 2. Ч. 1. С. 141–155.
16. Панов В.Е. Байкальская эндемичная амфипода *Gmelinoides fasciatus* Stebb. в Ладожском озере // ДАН. 1994. Т.336. №2. С. 279-282.
17. Panov V.E. Establishment of the Baikalian endemic amphipod *Gmelinoides fasciatus* in Lake Ladoga. *Hydrobiologia*. 1996. 322. P. 187–192.
18. Panov V.E., Timm T., Timm H. Current status of an introduced Baikalian amphipod *Gmelinoides fasciatus* Stebbing, in the littoral communities of Lake Peipsi. *Proceedings of Estonian Academy of Sciences. Biology, Ecology*. 2000. 49. P. 71–80.
19. Байкальский эндемик *Gmelinoides fasciatus* (Micrurpodidae, Gammaridae, Amphipoda) в озере Арахлей / Д.В. Матафонов, М.Ц. Итигилова, Р.М. Камалтынов и др.. Зоологический журнал. 2005. Т. 84. № 3. С. 321–329.
20. Барков Д.В. Экология и биология байкальского вселенца *Gmelinoides fasciatus* (Stebbing, 1899) и его роль в экосистеме Ладожского озера: автореф. дис. ... канд. биол. наук. СПб., 2006. 26 с.
21. Роль *G. fasciatus* в формировании трансграничного потока вещества и энергии в литоральной зоне Ладожского озера / Е.А. Курашов, Д.В. Барков, А.Г. Русанов и др. // Литоральная зона Ладожского озера. СПб.: Нестор-История, 2011. С. 350–356.
22. Биологические инвазии в водных и наземных экосистемах / А.Ф. Алимов, Н.Г. Богуцкая, М.И. Орлова и др. М.: Т-во науч. изд. КМК, 2004. 436 с.
23. Березина Н.А. Межвидовые взаимоотношения амфипод *Gammarus lacustris* и *Gmelinoides fasciatus* // Экология. 2009. №2. С. 91-95.
24. Курашов Е.А., Барков Д.В., Анисимов А.А. Роль байкальского вселенца *Gmelinoides fasciatus* (Stebbing) в формировании литоральных биоценозов о. Валаам (Ладожское озеро) // Биология внутренних вод. 2006 № 1 С. 74–84.
25. Роль Байкальского вселенца *Gmelinoides fasciatus* (Stebbing, 1899) в формировании трансграничного потока вещества и энергии в литоральной зоне Ладожского озера / Е.А. Курашов, Д.В. Барков, А.Г. Русанов и др. // Проблемы изучения краевых структур биоценозов: Материалы 2-й Всерос. науч. конф. с междунар. участием. Саратов: Изд-во Саратов. ун-та, 2008. С. 54–58.
26. Петрова Н. А., Тержевик А. Ю. Ладожское озеро – критерии состояния экосистемы / СПб. 1992. 328 с.
27. Озера Карелии // Справочник. Петрозаводск: КарНЦ РАН. 2013. 464 с.
28. Методическое пособие по изучению питания и пищевых отношений рыб в естественных условиях. М.: Наука. 1974. 254 с.
29. Кудерский Л.А. Состояние рыбных ресурсов Ладожского озера, реки Невы и восточной части Финского залива // Экологическое Состояние водоемов и водотоков бассейна реки Невы. Л.: 1996. С. 131-154.
30. Биология речного окуня: Сборник научных трудов, (Под ред. М.И. Шатуновского). Рос.АН, Ин-т эволюц. морфологии и экологии животных им. А.Н. Северцова. М.: Наука, 1993. 128 с.

THE ROLE OF THE BAIKALIAN AMPHIPOD (GMELINOIDES FASCIATUS STEBBING) IN THE DIET OF FISHES OF LADOGA LAKE

Rasputina Elena Nikolaevna, c.b.s., researcher in the lab. EFAI
Milyanchyk Nikolai Petrovich, post-graduate student, intern-researcher lab. EFAI
Ilmast Nikolay Victorovich, d.b.s., head of the lab. EFAI

Institute of biology of the Karelian Research Center Russian Academy of Sciences,
Federal Research Center "Karelian research center RAS",
Petrozavodsk, Russia, e-mail: rasputina.17@yandex.ru, milyanchyk90@mail.ru,
ilmast@mail.ru

The feeding of fish of lake Ladoga was studied on the example of river perch. Special attention was paid to species of the invasive Baikalian the Scud, and exactly what role he takes in the food of fishes. Found that the habitat of perch and Baikal crustaceans largely coincide. The food composition of perch were varied: the pupa hee renamed, caddisflies, Baikal amphipods, etc. However, it is worth noting that in the ve-faced attitude first place is occupied by Gmelinoides fasciatus (40% of the bolus), which indicates its high importance in the diet of perch.

УДК 597.2/.5

ИХТИОФАУНА ОЗЕРА ПЯОЗЕРА (СЕВЕРНАЯ КАРЕЛИЯ)

Савосин Денис Сергеевич, канд. биол. наук, научный сотрудник
Ильмаст Николай Викторович, д-р биол. наук, заведующий лабораторией

Институт биологии – обособленное подразделение Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра «Карельский научный центр Российской академии наук», Петрозаводск, Россия, e-mail: sadenser@inbox.ru

Рассмотрено современное состояние ихтиофауны оз. Пяозера – одного из наиболее крупных водных объектов Северной Карелии. В настоящее время в водоеме обитают 16 видов рыб, принадлежащих к 10 семействам. Анализ наших исследований показал значительное снижение численности и вылова как ценных видов (ряпушка, сиг, кумжа), так и массовых рыб (плотва, окунь). Для изменения сложившейся ситуации на водоеме и повышения его продуктивности необходимо проводить работы по восстановлению численности популяций лососевых и сиговых рыб

Введение

Современный период исследования состояния водных экосистем Севера происходит в условиях различающегося уровня промысловой эксплуатации и антропогенного воздействия. В настоящее время на некоторых крупных водоемах Карелии, как например, Пяозеро и Топозеро и других, слабо развит регистрируемый вылов рыбы. Озеро облавливается частными предпринимателями, рыбаками – любителями и браконьерами. Это привело к уменьшению среднегодового учтенного вылова до нескольких десятков тонн. В период активной промысловой эксплуатации Пяозера (проведение слова осуществлялось до середины 1990–х гг.) водоем занимал одно из ведущих мест

по своим рыбохозяйственным параметрам, с потенциальным годовым объемом вылова рыбы до 350 – 400 т [5].

В настоящей статье приведены материалы, характеризующие некоторые особенности экологии ихтиофауны озера Пяозера (бассейн Белого моря), которое принадлежит к олиготрофному типу водоемов. В рыбном сообществе преобладают виды пресноводно-арктического комплекса, требовательные к содержанию кислорода в среде и имеющие определенный уровень адаптации к биотопам, представленным в водоеме. Значительные изменения в гидрологических условиях озера, с различным уровнем промыслового пресса на гидробионтов водоема, включая рыбное население способны коренным образом изменить его структуру [1, 8, 23].

Цель предлагаемой работы – исследование современного состояния ихтиофауны оз. Пяозера после зарегулирования озера и при снижении промысловой нагрузки.

Район исследования. Материалы и методы.

Пяозеро принадлежит к бассейну Белого моря, расположено в средней части водосбора р. Ковды. Координаты центра: 66°02' с.ш., 31°02' в.д. Площадь водосбора 12000 км². Котловина тектонического генезиса. Высота над уровнем моря 109 м БС.

В озеро впадают реки Ковда, Коло, Кити, Оланга и др., вытекает р. Ковда. Сток зарегулирован, озеро входит в состав Кумского водохранилища (создано в 1962 -1966 гг.). Возможная амплитуда колебания уровня воды 650 см. Прозрачность воды в среднем 4 м. Средняя глубина составляет 17,7 м, наибольшая глубина – 49 м. [17]. На озере имеется 66 островов. Водоем является глубоководным и холодноводным с извилистой береговой линией и значительными перепадами рельефа дна.

Площадь водной поверхности Пяозера до зарегулирования р. Ковды составляла 658,7 км², общая площадь (с островами) –754,8 км². Наибольшая длина равна 48,5 км, наибольшая ширина 31,4 км. После организации в 1962 г. Кумского (Топо–Пяозерского) водохранилища основные изменения произошли в гидрологических показателях Пяозера. Они привели к увеличению площади водоема до 943 км² и подъема уровня на 9,5 м.

Материал по ихтиофауне водоема собран из опытных сетных уловов в осенний период 2017 г. Сетные порядки (сети с ячеей 10-60 мм) выставлялись в разных участках озера и на различных глубинах. Обработку ихтиологических проб проводили по общепринятым методикам [14, 15, 21] и с учетом рекомендаций Ю.С. Решетникова [22]. Всю рыбу в уловах измеряли, взвешивали, устанавливали пол, степень зрелости половых гонад. Возраст рыб определяли по чешуе, жаберным крышкам и отолитам. Для сравнительного анализа рыбного сообщества Пяозера использовали литературные данные [4, 7, 16, 19]. Латинские названия рыб приведены по книге «Атлас пресноводных рыб России» [3].

Результаты и обсуждение.

Гидробиологическая характеристика Пяозера

Важную роль для оценки экологического состояния водных экосистем имеют гидробиологические исследования, куда входя все звенья трофической цепи от первого звена и заканчивая рыбами. Кормовые ресурсы для рыб Пяозере распределены неравномерно, имеются высокопродуктивные участки озера и зоны, бедные в кормовом отношении (как правило, в открытой части озера).

Макрофиты озера представлены 15 видами, с преобладанием тростника, камыша озерного, водной рдесты, хвоща, имеются заросли полушника озерного. Степень зарастания составляет 0,75%, протяженностью полосы прибрежных зарослей 14% от длины береговой линии.

Фитопланктон состоит из 46 таксонов с массовыми видами: *Aulacoseira islandica*, *Aulacoseira alpigena*, *Aulacoseira italica*, *Asterionella Formosa*, *Tabellaria fenestrata*, *Fragilaria crotonensis* и др. Годовая продукция составляет 18 г См⁻².

Зоопланктон представлен 39 видами: Cladocera – 22, Copepoda – 11, Rotatoria - 6, в летний период преобладает кладоцерный зоопланктон, холодолюбивые формы, которые концентрируются в поверхностном двухметровом слое воды. Средняя биомасса зоопланктона по результатам исследований 1950-х гг. составляла 0,11 г/м³ [2]. В последнее десятилетие среднее значение биомассы зоопланктона Пяозера ненамного увеличилось и достигло 0,13-0,15 г/м³ [9, 17], такие показатели характерны по классификации С.П. Китаева [10] для α-олиготрофных водоемов.

Макрозообентос озера насчитывает 19 систематических групп и представлен главным образом личинками водных насекомых (*Chironomidae*, *Ephemeroptera*, *Plecoptera*, *Trichoptera* и др.), червями (*Oligochaeta*, *Nematoda*, *Hirudinea*), моллюсками (*Gastropoda*, *Bivalvia*), нектобентическими ракообразными (*Palassiola quadrispinosa*, *Mysis relicta*, массовый вид *Monoporeia affinis*) и водяными клещами [2, 9]. Наиболее разнообразен видовой состав донной фауны в зарослях водной растительности, с постепенным уменьшением числа видов с ростом глубин. Средние значения биомассы макрозообентоса Пяозера варьируют, с учетом литоральной зоны, от 1,1 г/м² (глубины 10-25 м) до 1,9 г/м² (глубины до 3 м), в среднем 1,25 г/м².

Установлено, что затопление, несомненно, обеднило нагульные участки рыб-бентофагов, но, одновременно, создали благоприятные условия для рыб – планктофагов. Это произошло в результате изменения соотношения глубоководной открытой части водоема и прибрежной части с заливами. Снижение численности наиболее уязвимых групп бентоса произошло из-за подъема уровня воды в Пяозере и промерзания воды в зимний период в литоральной зоне при изменении уровня [2]. В целом, условия озера характеризуют Пяозеро как водоем, благоприятный для обитания холодолюбивых лососевых и сиговых видов, занимающих в составе рыбного населения доминирующее положение.

Ихтиофауна и особенности экологии рыб Пяозера

Состав рыбного населения оз. Пяозера в 1950-х гг. состоял из 15 видов рыб, относящихся к 10 семействам [13, 2]. В настоящее время в озере (табл. 1) обитает 16 видов [9, 17]. По сравнению с данными других прошлых лет в озере выявлен голянь, который постоянно живет в соседнем Топозере.

Таблица 1

Видовой состав рыбного населения Пяозера

Сем. Лососевые – Salmonidae
<i>Salmo trutta</i> L. – кумжа
<i>Salvelinus lepechini</i> (G.) – паляя
Сем. Сиговые – Coregonidae
<i>Coregonus lavaretus</i> (L.) – сиг обыкновенный
<i>Coregonus albula</i> (L.) – ряпушка европейская
Сем. Хариусовые – Thymallidae
<i>Thymallus thymallus</i> (L.)-хариус обыкновенный
Сем. Корюшковые – Osmeridae
<i>Osmerus eperlanus</i> (L.) – корюшка европейская
Сем. Щуковые – Esocidae
<i>Esox lucius</i> L. –обыкновенная щука
Сем. Карповые – Cyprinidae
<i>Rutilus rutilus</i> (L.) – плотва
<i>Abramis brama</i> (L.) – лещ
<i>Leuciscus idus</i> (L.) – язь

<i>Phoxinus phoxinus</i> (L.) – голяян
Сем. Налимовые – Lotidae
<i>Lota lota</i> (L.) – налим
Сем. Колюшковые – Gasterosteidae
<i>Pungitius pungitius</i> (L.) – колюшка девятиглая
Сем. Окуневые – Percidae
<i>Perca fluviatilis</i> L. – речной окунь
<i>Gymnocephalus cernuus</i> (L.) – ерш обыкновенный
Сем. Рогатковые – Cottidae
<i>Cottus gobio</i> L. – обыкновенный подкаменщик

Промысловое значение в нисходящем порядке имеют следующие виды: ряпушка, сига (все формы), палия, кумжа, налим, окунь, корюшка, щука, плотва, голяян, хариус, ерш и лещ. Единичными экземплярами залавливаются язь, бычок подкаменщик и девятиглая колюшка.

Пик величин промысловых уловов (в среднем до 500 тонн учтенной рыбы с Пяозерского и Топозерского плесов) приходится на период с 1966 по 1975 гг., после чего наблюдается стабильное снижение общего вылова. К середине 1990-х гг. уровень официально учтенной рыбы находился уже в пределах 13-46 тонн в год [30].

По срокам нереста в водоеме представлены – осенненерестующие, весенне-летненерестующие и зимненерестующие виды рыб, с глубинами расположения нерестилищ от 0,5 до 10 м. К самым ценным видам рыб Пяозера относятся кумжа и голец (палия), ряпушка и разные формы сигов.

Кумжа (*Salmo trutta*). Во многих крупных озерах северной Карелии кумжа замечается, очевидно, отсутствующего в водоеме озерного лосося с низкой численностью. По данным исследований 1950-х гг. кумжа достигала в промысловых уловах массы до 2 кг и длины около 50 см. Основной пищи являлись ряпушка и корюшка [13, 2]. Нерест кумжи начинается в конце первой декады сентября и продолжается до середины октября в реках на участках с галечно-песчаным дном, при температуре воды от 2,0 до 6,0 °С. Молодь проводит в реках и ручьях от 2 до 5 лет, после чего возвращается в озеро. Максимальный возраст для кумжи составляет 9+.

В настоящее время, регулярные колебания уровня воды вызвали ухудшение условий размножения вида. Значительное Увеличение браконьерского лова кумжи значительно сократило ее численность и вылов. За последние пять лет уловы рыбы уменьшился с 1,0 до 0,38 т. Сохранение и восстановление запасов кумжи на Пяозере возможны только с введением ограничительных мер по ее вылову в реках и охраной оставшихся нерестилищ от браконьеров. Для увеличения ее запасов в озере необходимо искусственное разведение кумжи.

Гонец (палия) (*Salvelinus lepechini*). Представитель арктического-пресноводного комплекса, встречается в основном в открытой части озера, избегая прибрежных участков, прогреваемых до 10° С и выше. В водоеме обитает озерная форма арктического гольца, поздно созревающая (в возрасте 8 лет). Нерест происходит с конца сентября и до половины октября, при температуре воды 6-8 °С. Нерестилища палии расположены на скалистых участках и каменистых отмелях озера на глубинах от 0,5 до 4-5 м. В период развитого промышленного лова на озере (1970-1980 гг.) уловы палии достигали нескольких тонн в год. Самые крупные особи достигали массы 2,5 кг, (средняя масса 1,3- 1,6 кг).

В настоящее время лет размерно-возрастной ряд палии включает 8 возрастных групп, с преобладанием семи - и восьмилетних особей. Вылов палии по разрешения в последние пять лет колеблется от 1,2 до 0,31 т в год. Несмотря на зарегулирование в озере, вероятно, для палии сохранились в достаточном объеме нерестовые участки.

Ряпушка (*Coregonus albula*). После превращения озер Топозера и Пяозера в экосистему водохранилищного типа, сформировались новые условия обитания для основных промысловых рыб, к которым относится и ряпушка. Это массовый вид, распространенный по всему озеру, представленный мелкой формой (табл. 2). В водоеме имеются все условия для нагула и размножения этого вида, относящегося по типу питания к типичному планктофагу. Слабый прогрев поверхностных вод из-за больших глубин, значительные площади нерестилищ и благоприятные условия для развития кормовой базы – все это обеспечивает перспективность и регулярность промысла этой рыбы.

Таблица 2

Линейно-весовой рост мелкой ряпушки некоторых водоемов Карелии

Возраст	1+	2+	3+	4+	5+	N
Длина (ас), см						
Онежское озеро ¹	10,5	12,0	13,2	15,5	-	290
Ладожское озеро ²	8,6	11,4	12,8	14,5	15,8	1000
Топозеро ³	11,0	12,0	13,0	17,0	-	340
Сегозеро ⁴	11,5	12,5	13,5	-	-	400
Выгозеро ⁴	9,1	10,5	12,4	14,2	16,7	700
Пяозеро ^{4,5}	11,2	13,0	14,0	-	-	495
Гимольское озеро ⁶	10,7	12,0	13,0	14,0	15,0	335
Масса, г						
Онежское озеро	11	17	24	32	-	290
Ладожское озеро	7	13	18	26	32	1000
Топозеро	15	21	25	58	-	340
Сегозеро	12	17	22	-	-	400
Выгозеро	7	11	22	27	37	700
Пяозеро	9	14	21	-	-	250
Гимольское озеро ⁶	12,0	16,0	18,0	20,0	25,0	335

Примечание: 1 – Покровский [19]; 2 – Дятлов [6]; 3 – Беляева [4]; 4 – Озера Карелии [16]; 5 – Мельянецв [13]; 6 – Савосин и др. [27].

Как и для большинства популяций мелкой ряпушки в водоемах Карелии, ряпушка в Пяозере созревает в массе на втором году жизни (1+). Нерест начинается около середины октября в течение 10-15 дней, при температуре воды около 6,0-6,5° С, на песчано-галечных, песчано-илистых и песчаных грунтах. В соседнем Топозере, также входящем в состав Кумского водохранилища, отмечена крупная форма ряпушки [4], которая не встречается в Пяозерском плесе. В настоящий период существовавшие отличия в биологических показателях ряпушки двух частей водохранилища не так очевидны. По реке Софьянге происходит свободное перемещение популяций между двумя озерами [30].

С образованием водохранилища вылов ряпушки на обоих плесах значительно вырос и в 1969 г. достигал суммарного значения в 70 т. Начиная с 1976 по 1980 гг. среднегодовые уловы ряпушки в водохранилище снизились до 41 т, а позднее до 13-17 т в год (1981-1990 гг.). С 1991 по 2010 гг. вылов ряпушки значительно снизился до 1,0 т, за исключением периода 2006-2010 годов, когда вылов превышал значение в 10 т (табл. 3). Основными орудиями ее лова являются мелкочастиковые заколы и сети рыбаков-любителей. Пик вылова ряпушки приходится на сентябрь и октябрь, когда ряпушка образует в массовые концентрации. В промысловых уловах этого вида на Пяозерском плесе преобладают особи массой от 9,6 до 17,3 г и длиной от 8 до 13 см.

Таблица 3

Вылов и освоение прогноза ряпушки в Кумском (Топо-Пяозерском) водохранилище [30]

Годы	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Общий вылов ряпушки, т	7,3	11,4	9,9	10,6	5,7	2,4
Прогноз, т	29	30	30	20	27	10
Освоение прогноза, %	25,2	38,0	33,0	53,0	21,1	24,0

Важно отметить, что весьма слабо используются по всему водоему запасы летней («паровой») ряпушки.

Cиг (Coregonus lavaretus). В Пяозере сиг является одним из основных видов рыб, на долю которого в разные годы приходилось до четверти вылова. Наибольшие уловы сига совпали с периодом заполнения Кумского водохранилища (1961-1970 гг.), когда они достигали нескольких десятков тонн в каждом из плесов водохранилища. После установления нового гидрологического режима в озере происходит неуклонное снижение объемов вылова сегов. За последние пять лет учтенные выловы сига не превышали 3,4 - 1,5 т [31].

Ранее в данном водоеме насчитывалось шесть форм сига [12, 13]. По данным Широкова и др. [31] в озере отмечено пять симпатрических форм (2 озерные и 3 озерно-речные). В результате проведенных в 2017-2018 гг. исследований выявлено, что в Пяозере обитает 3 морфологические формы сига [28]. В наших уловах встречены сиги только 2 форм. При анализе структуры вида и систематического статуса подвидов и экологических форм сига в своей работе мы придерживались точки зрения Решетникова [24] и Решетникова, Лукина [25].

Наиболее многочисленная выборка (48 экз.) относится к среднетычинковым сиграм (число ж.т. 26 - 36, в среднем 29), береговому сигу (местное название «рантасига»). Сиги из этой выборки, были отловлены в прибрежных участках Пяозера, в диапазоне глубин 2-15 м. Озерный береговой сиг составляет основную массу вылавливаемых в обоих плесах Кумского водохранилища, относится к сравнительно медленно растущим формам сегов. Доля его в общем вылове сегов достигает 60-70 %, пик промысла приходится на период осенних кормовых и нерестовых миграций. По сравнению с исследованиями 1950-х годов [13] средний вес этой формы сегов в уловах снижается [31]. Места нагула этой формы приурочены к прибрежной мелководной части озера, нерест растянут по времени и проходит на отмелях с твердыми грунтами с глубинами 3-4 м, при температурах воды 4-6 °С. В наших уловах преобладали особи в возрасте 6+-7+ (табл. 4).

Вторая выборка (26 экз.) относится к малотычинковым пыжьяновидным сиграм (число ж.т. 20-24, в среднем 23). Сиги были отловлены с глубин около 40 м и их необходимо рассматривать как глубоководную форму озерного сига, известную под местным названием «латтанени». Доля в общем вылове сегов достигает в последние годы 5-10 %. По размерно-возрастным показателям он уступает береговому сигу. В наших уловах были представлены особи в возрасте 3+ - 8+, с преобладанием особей пяти и шести лет.

Таблица 4

Возрастной состав сига Пяозера (%)

Возраст	3+	4+	5+	6+	7+	8+	N
Малотычинковые сиги (ж.т. 20 – 24, ср. 23)							
Пяозеро, 2017 г.	8,0	27,0	46,0	11,0	8,0	–	26
Среднетычинковые сиги (ж.т. 26 - 36, ср. 29)							
Пяозеро, 2017 г.	4,0	4,0	25,0	31,0	34,0	2,0	48

Половозрелым сиг становится на четвертом, пятом году жизни (3+ - 4+). Абсолютная плодовитость в возрасте 5+ составляет 4500 икринок, в возрасте 6+ - 6760 икринок. Сопоставление полученных нами результатов с данными В.Г. Мельянцева [13] свидетельствует о некотором увеличении линейно-весовых показателей сига обеих экологических групп (табл. 5). Снижение объемов промышленного лова в последние десятилетия и значительные площади для нагула способствовали активному росту и размножению сига.

Таблица 5

Линейно-весовой рост сига в Пяозере

Возраст	3+	4+	5+	6+	7+	8+	N
Малотычинковые сига (ж.т. 20 – 24, ср. 23)							
Длина (ас), см							
Пяозеро, *1954	25,6	26,7	28,7	30,6	31,7	33,0	106
Пяозеро (наши данные), 2017 г.	25,3	28,3	30,0	31,0	34,5	-	26
Масса, г							
Пяозеро, 1954	175	196	240	308	403	438	106
Пяозеро (наши данные), 2017 г.	145	217	250	300	470	-	26
Среднетычинковые сига (ж.т. 26 - 36, ср. 29)							
Длина (ас), см							
Пяозеро, 1954	23,2	25,8	27,5	29,0	30,3	32,0	160
Пяозеро (наши данные), 2017 г.	25,8	27,4	29,3	31,0	32,8	37,0	49
Масса, г							
Пяозеро, 1954	135	204	225	275	317	375	160
Пяозеро (наши данные), 2017 г.	175	200	258	325	435	627	49

Примечание. * - Мельянец [13].

На долю проходных форм сига в Пяозере приходилось в среднем, до 10-15 % [31]. В наших уловах эти формы сига представлены не были. В статистике уловов сига экологические формы часто не находили отражения, даже в годы развитого промысла (в 1960-70-е гг.).

Хариус (Thymallus thymallus). Хариус представлен в Пяозере двумя экологическими формами (озерная и речная), по сравнению с Топозерским плесом Кумского водохранилища он здесь более многочислен. Промысловое значение имеет лишь озерный хариус, численность речной формы невелика. Максимум уловов хариуса на Пяозере приходится на 1970-е гг. В настоящее время его вылов колеблется от 0,14 до 0,23 т. В уловах он был представлен особями в возрасте 3+ - 6+, средней длиной 30-33 см, массой 200 - 450 г. Половой зрелости озерный хариус достигает в возрасте трех-четырёх лет. В Пяозере обитает медленно растущий хариус, нерест его проходит на мелководном каменистом побережье островов, на глубинах 1-2 м. В наших уловах хариус отмечался редко, залавливался, как правило, единичными экземплярами с другими видами рыб.

Корюшка (Osmerus eperlanus). По своим биологическим параметрам корюшка Пяозера является мелкой, медленно растущей, имеет большое сходство с корюшкой из других больших водоемов Карелии. По последним данным [30] в уловах преобладали особи трех-четырёх лет, с массой до 6-11 г. Половой зрелости корюшка достигает в возрасте двух-трех полных лет, на нерест подходит при температуре воды около 6° С, в конце мая - начале июня. Корюшка Пяозера относится к виду, который подвержен зна-

чительным колебаниям по численности и уловам. В настоящее время специального промысла корюшки на водоеме не ведется, она попадает в орудия лова в качестве прилова весенне-летненерестующих (при нерестовых миграциях к устьевым участкам рек) и осенне-нерестующих (кормовые миграции корюшки) рыб. По-видимому, регулярные сработки уровня Кумского водохранилища в разные периоды года не оказывают влияния на этот ценный в промысловом отношении вид из-за особенностей его биологии, описанных выше. Возможный вылов корюшки рекомендуется в объеме 10-15 т [30]. В наших уловах корюшка была представлена единичными экземплярами, преимущественно в желудках других рыб.

Щука (*Esox lucius*). Вид распространен практически по всему озеру, исключая центральную, глубоководную часть водоема. Мелководные и хорошо прогреваемые заливы характеризуются довольно значительными концентрациями щуки, в период интенсивного промысла годовой вылов ее достигал нескольких десятков тонн [13]. В настоящее время промысловое значение этого объекта лова значительно снизилось.

Щука в Пяозере отличается хорошим ростом и близка к щуке из других озер Карелии (табл. 6). Массовое созревание происходит в возрасте 4 (самцы) и 5 (самки) лет. Нерест рыбы проходит в конце мая, в мелководных участках озера с остатками растительности, залитыми водой. Такие особенности биологии щуки делают ее одним из наиболее уязвимых видов по отношению к уровню воды в водоеме. Резкое падение уровня способно вызвать массовую гибель икры на нерестилищах.

Таблица 6

Линейно – весовой рост щуки из разных озер Карелии

Водоемы / возраст	4+	5+	6+	7+	8+	9+	10+	11+	N
Длина (ad), см									
Пяозеро, 1954 ¹	41,0	44,8	52,0	58,7	62,3	70,0	72,0	87,5	–
Пяозеро, 2017 (наши данные)	38,5	44,5	50,8	–	63,5	72,0	–	–	26
Энгозеро, 1958 ²	40,7	47,4	52,9	60,7	70,6	–	–	–	63
Тикшозеро, ²	38,2	41,5	49,5	65,8	68,3	72,4	80,0	83,0	120
Гимольское озеро ³ , 1950	35,2	41,0	48,8	54,3	58,5	–	64,2	67,2	–
Гимольское озеро ⁴ , 2015	41,1	48,2	53,6	62,3	68,4	–	–	–	490
Масса, г									
Пяозеро, 1954 ¹	640	778	1245	2250	3280	3650	3650	6600	–
Пяозеро, 2017 (наши данные)	460	645	1100	–	2245	2630	–	–	26
Энгозеро, 1958 ²	534	652	1173	1788	2450	–	–	–	63
Тикшозеро ²	423	553	945	2120	2283	2330	3573	3860	120
Гимольское озеро ³ , 1950	323	590	954	1350	1680	–	2300	2454	–
Гимольское озеро ⁴ , 2015	590	1274	2362	3110	3816	–	–	–	490

Примечание: 1 -Мельянецв [13]; 2 - Потапова, Соколова [20]; 3 - Зыков [7]; 4 – Кучко и др. [10]

Сравнительно слабое развитие береговой зоны зарослей в озере, ограниченность удобных участков для размножения щуки и нагула ее молоди, конкуренция за кормовые объекты со стороны других хищников – дополнительные факторы, лимитирующие численность этой рыбы в Пяозере.

Плотва (*Rutilus rutilus*). Это теплолюбивая и неприхотливая рыбы распространена по всему побережью Пяозера. Предпочитает мелководные, богатые высшей водной растительностью заливы и устья некоторых рек. Для биологии плотвы Пяозера ха-

рактен замедленный темп роста (табл. 7), что характерно для карповых рыб, обитающих в неблагоприятных условиях северного водоема (глубоководность, холодноводность, малая площадь зарослей в литорали и т.п.).

Нерест происходит около третьей декады июня, на мелководных участках с остатками прошлогодней растительности с глубинами от 0,5 до 1,5 м. Оптимальные температуры для начала нереста находятся в пределах 10-12 °С. Резкие изменения уровня воды в озере, как и для щуки, могут оказать губительное воздействие на воспроизводительную способность популяции. В годы развитого специального промысла вылов плотвы составлял до нескольких десятков тонн [9]. В настоящее время плотва вылавливается в основном рыбаками – любителями.

Таблица 7

Линейно – весовой рост плотвы из разных озер Карелии

Водоемы / возраст	3+	4+	5+	6+	7+	8+	9+	10+	11+	12+	13+	N
Длина (ad), см												
Пяозеро, 1954 ¹	12,0	13,3	14,1	15,2	16,0	16,8	17,5	17,8	18,5	18,7	–	–
Пяозеро, 2017 (наши данные)	11,0	12,5	14,0	15,7	16,1	–	18,4	–	19,8	20,4	21,4	26
Нюозеро ²	10,8	13,3	14,3	15,2	17,4	18,5	20,0	20,2	20,4	22,0	22,2	273
Лувозеро ²	12,1	13,1	14,1	15,6	17,1	18,0	19,	19,1	19,8	21,1	21,2	202
Масса, г												
Пяозеро, 1954 ¹	30	46	49	64	77	87	94	108	122	130	–	–
Пяозеро, 2017 (наши данные)	18	31	46	66	75	–	113	–	134	145	184	26
Нюозеро ²	20	40	52	60	95	118	147	156	165	190	230	234
Лувозеро ²	30	40	50	66	86	105	120	122	140	165	180	202

Примечание. 1 -Мельянецв [13]; 2- Первозванский [18]

Лещ (Abramis brama). Еще один представитель семейства карповых рыб в Пяозере. Условия для жизни всех теплолюбивых рыб из этого семейства не очень благоприятные, что отражается на довольно низкой численности даже в периоды развитого промысла – на уровне нескольких тонн в 1970-80-е годы. В последние годы промышленный вылов составляет до 0,03 т в год. Лещ озера поздно созревает (в 7-8 лет), возрастной ряд довольно длинный. В наших уловах были представлены особи в возрасте от 5 до 17 лет, при массе от 77 до 2065 г (табл. 8).

Таблица 8

Линейно – весовой рост леща Пяозера (27 экз.)

Водоемы / возраст	4+	5+	6+	7+	8+	9+	10+	11+	16+
Длина (ad), см									
Пяозеро, 2017 (наши данные)	15,8	18,0	20,0	22,6	26,5	29,3	–	31,0	45,6
Масса, г									
Пяозеро, 2017 (наши данные)	77	120	182	253	380	472	–	635	2065

Нерестится лещ во второй половине июня, при температуре воды 13-14° С, одновременно с плотвой. Основной район его обитания в водоеме приурочен к предустьевому пространству реки и к самой реке Пундоме – одному из притоков Пяозера. В остальных участках озера это довольно редкая рыба. Тем не менее, несмотря на глубоководность водоема и низкую прогреваемость водной толщи, лещ, очевидно, за годы существования в подобных условиях, приспособился к выживанию, что подтверждает его постоянное присутствие в уловах рыбаков – любителей.

Язь (*Leuciscus idus*). Довольно редкая для озера рыба. После зарегулирования водоема отмечается единичными экземплярами, в наших уловах был представлен только двумя особями. Можно предположить, что его малочисленность связана с неблагоприятными условиями, сложившимися в водоеме для карповых рыб.

Гольян (*Phoxinus phoxinus*). Ранее этот вид не отмечался в составе рыбного населения Пяозера [12, 13, 2]. В настоящее время является одним из многочисленных видов-фитопланктофагов, встречаясь повсеместно в водоеме [9]. Обитает гольян в литорали озера на песчаных грунтах и в местах с развитой растительностью. Нерестится в мае-июне, при температурах воды 7-10°С на каменистых перекатах, нерест порционный. Рыба относится к непромысловым видам.

Окуневые рыбы Пяозера представлены двумя видами: окунем (*Perca fluviatilis*) и ершом (*Gymnocephalus cernuus*). Как и плотва, оба вида могут быть в настоящее время отнесены к промысловым рыбам второго порядка. В своем обитании они приурочены главным образом к мелководной, литоральной и sublиторальной зонам водоема.

Окунь обитает в мелководных участках озера, часто в зарослях рдеста, летом формирует скопления на каменистых лудах и у отмелей островов. Нерест проходит с конца мая и до второй декады июня, на глубинах не более 2 м. Нерестилища, как правило, имеют остатки прошлогодней растительности, после повышения уровня воды в Пяозере площадь их заметно увеличилась. В наших уловах преобладали особи длиной 15-17 см, массой 60-110 г. Окунь озера отличается замедленным темпом роста, особи массой более 300 г отмечены в возрасте 12-13 лет.

Ерш относится к числу не промысловых рыб озера, чаще всего отмечается в прилове с другими представителями ихтиофауны. Нерест ерша проходит в первой половине июня, на глубинах 1-2 м, при прогреве воды до 7-8° С. Нерест порционный. Популяция ерша наносит значительный вред таким ценным объектам промысла, как сиг и ряпушка, активно питаясь икрой этих рыб. Специального лова ерша в настоящее время не ведется, поэтому с большой точностью оценить его запасы не представляется возможным. В наших уловах был представлен единичными экземплярами.

Налим (*Lota lota*). В Пяозере вид распространен повсеместно, активно питается корюшкой и ценными видами рыб (ряпушка, сиг) во время их нереста. Относится к числу рыб второстепенного промыслового значения. В годы развитого промысла вылов достигал нескольких десятков тонн, в настоящее время учтенный вылов этого вида в водоеме составляет 0,6 - 1,3 т в год. Половозрелым налимом становится в массе в возрасте 3+, нерест проходит в первой половине февраля, в отдельных мелководных губах и в устьях рек: Пундомы, Кундозерки, Оланги и др. Ранее в уловах часто встречались особи массой более 2,5, и 8,0 кг [13, 9]. В наших уловах налимом был представлен несколькими экземплярами массой от 500 до 900 г.

Колюшка девятииглая (*Pungitius pungitius*). Распространена по всему озеру, ведет стайный образ жизни. Длина ее тела достигает 9 см, масса 10 г. Спектр питания очень довольно широк: зоопланктон, бентос, икра и молодь рыб (в том числе своего вида). Половая зрелость наступает в возрасте 0+ - 1+. Нерест происходит в середине лета, порционный. Плодовитость варьирует от 350 до 960 икринок [29]. Рыба является

объектом питания многих ценных видов рыб (кумжа, голец, налим, щука, окунь). Промыслового значения рыба не имеет и используется для приготовления рыбной муки.

Заключение

Таким образом, в настоящее время в Пяозере обитают 16 видов рыб, принадлежащих к 10 семействам. По сравнению с исследованиями 1950-х гг. в рыбном населении отмечен голяк, который является многочисленным и служит объектом питания ценных видов рыб. Анализ полученных результатов показал, что изменение уровня озера на несколько метров, вследствие зарегулирования стока, привело к образованию новых нерестовых участков для одних видов рыб и одновременно стало невозможным размножение на старых нерестилищах. Отрицательное значение зарегулирование водоема имело для воспроизводства осеннерестующих рыб с длительным периодом инкубации (сиг, ряпушка, паляя), поскольку снижение горизонта воды в зимний период приводит к промерзанию значительных площадей размножения в прибрежной полосе. Преимущество в таких условиях получили, несомненно, менее ценные в промысловом отношении весенне- и летнерестующие рыбы (окунь, ерш, плотва, щука и др.)

Величина общих уловов рыбы в озере в разные годы промысловой эксплуатации претерпевала изменения. Это связано как с естественной динамикой численности разноциклового вида в озерный и водохранилищный периоды водоема, так и с уровнем организации и развития самого промысла, его целенаправленностью.

Для улучшения состояния рыбного населения Пяозере необходимо проведение работ, направленных на восстановление численности лососевых и сиговых рыб (запреты на вылов, искусственное воспроизводство) и интенсификация вылова мелкочастиковых рыб. Полученные результаты дополняют информацию о современном состоянии ихтиофауны крупных озер северной Карелии, при изменении условий обитания гидробионтов и меняющемся уровне промысловой эксплуатации.

Финансовое обеспечение исследований осуществлялось из средств федерального бюджета на выполнение государственного задания по проекту №0221-2017-0045, гранта РФФИ №18-04-00163.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алимов А.Ф., Бульон В.В., Голубков С.М. Динамика структурно-функциональной организации экосистем континентальных водоемов // Фундаментальные основы управления биологическими ресурсами. Сборник научных статей. М.: Товарищество научных изданий КМК. 2005. с.241–253.
2. Александров Б.М., Гордеева Л.Н. Оз. Пяозеро// Озера Карелии: Справочник - Петрозаводск: Госиздат КАССР, 1959. С.550–573.
3. Атлас пресноводных рыб России. / Ред. Ю.С. Решетников. М.: Наука. 2002. Т. 1. 379 с. ; Т. 2 . 253 с.
4. Беляева К.И. Ряпушка *Coregonus albula* L. Топозера // Труды Карело-Финского отделения ВНИОРХ. Т. 3. 1951. С. 69–88.
5. Государственный доклад о состоянии окружающей среды Республики Карелия в 2015 году. Петрозаводск: Verso, 2015. – 272 с.
6. Дятлов М.А. Рыбы Ладожского озера. Петрозаводск: КарНЦ РАН. 2002. 281с.
7. Зыков П.В. Рыбы Гимольского озера // Известия Карело-Финского филиала АН СССР. 1951. № 3. С. 75-81.
8. Ильмаст Н.В., Стерлигова О.П. Рыбное население Сямозера в условиях антропогенной трансформации //Инновации в науке и образовании – 2012. Труды X Межд. научной конференции. ч 1. Калининград: КГТУ. 2012. С.45-48.

9. Ихтиофауна Кумского водохранилища в условиях зарегулирования стока / А.А. Лукин, М.А. Есипова, А.В. Рябинкин и др. / Вопросы рыболовства. 2006. Т. 7. С. 105–125.
10. Китаев С.П. Основы лимнологии для гидробиологов и ихтиологов. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2007. 395 с.
11. Кучко Т.Ю., Ильмаст Н.В., Кучко Я.А. Биологические особенности обыкновенной щуки (*Esox lucius*) озера Гимольского (Западная Карелия) // Известия Самарского НЦ РАН. 2016. Т.18, №.2. С.123-126.
12. Мельянцев В.Г. Рыболовство на Пяозере. Рыбное хозяйство Карелии. 1939. Т. V. С. 150-151.
13. Мельянцев В.Г. Рыбы Пяозера // Тр. К-Ф Гос. университета, т.6, Петрозаводск, 1954. С. 3–77.
14. Методическое пособие по изучению питания и пищевых отношений рыб в естественных условиях. М. 1974. 254 с.
15. Мина М. В. Задачи и методы изучения роста рыб в природных условиях // Современные проблемы ихтиологии. М. 1981. С. 177–195.
16. Озера Карелии: природа, рыбы и рыбное хозяйство (справочник). Петрозаводск: Гос. изд-во КАССР. 1959. 618 с.
17. Озера Карелии. Справочник. // Под ред. Н.Н. Филатова, В.И. Кухарева. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2013. 464 с.
18. Первозванский В.Я. Рыбы водоемов района Костомукшского железорудного месторождения (экология, воспроизводство, использование). Петрозаводск: Карелия. 1986. 216 с.
19. Покровский В.В. Ряпушка озер Карело-Финской ССР. Петрозаводск. 1953. 107 с.
20. Потапова О.И., Соколова В.А. Тикшозеро и Энгозеро как промысловые угодья // Тр. Карело-Финского филиала АН СССР. 1958. Т. 13. С. 3–32.
21. Правдин И. Ф. Руководство по изучению рыб. М. 1966. 376с.
22. Решетников Ю.С. Экология и систематика сиговых рыб. М.: Наука. 1980. 301 с.
23. Изменение структуры рыбного населения эвтрофируемого водоема/ Ю.С. Решетников, О.А. Попова, О.П. Стерлигова и др. М.: Наука. 1982. 248 с.
24. Решетников Ю.С. Современные проблемы изучения сиговых рыб // Вопросы ихтиологии. 1995. Т. 35, №2. С. 156–174.
25. Решетников Ю.С., Лукин А.А. Современное состояние разнообразия сиговых рыб Онежского озера и проблемы определения их видовой принадлежности // Вопросы ихтиологии. 2006. Т. 46, №6. С. 732–746.
26. Рыбы в заповедниках России. В двух томах (под ред. Ю.С. Решетникова). 2010. Т. 1. М.: Товарищество научных изданий КМК. 627 с.
27. Современное состояние популяции ряпушки *Coregonus albula* Гимольского озера (Западная Карелия)/ Д.С. Савосин, Н.В. Ильмаст, О.П. Стерлигова и др. // Ученые записки Петрозаводского государственного университета. Биологические науки. № 3. С. 52–57.
28. Морфологическая и генетическая изменчивость сигов оз. Пяозеро (Карелия) / Д.С. Сендек, Н.А. Бочкарев, Д.С. Савосин и др. // Материалы II Всерос. науч. конференции с межд. участием. С.-Петербург: ГосНИОРХ. 2018. С. 335–342.
29. Стерлигова О.П., Ильмаст Н.В., Савосин Д.С. Круглоротые и рыбы пресных вод Карелии. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2016. 224 с.

30. Черепанова Н.С., Георгиев А.П. Рыбохозяйственная характеристика массовых промысловых рыб (ряпушка, корюшка) Топо-Пяозерского (Кумского) водохранилища // Научно-исследовательские публикации. 2014. № 11(15). С. 24–31.

31. Широков В.А., Черепанова Н.С., Георгиев А.П. Сиговые рыбы Топо-Пяозерского водохранилища (Республика Карелия). Современные научные исследования и инновации. 2016. // Электрон. дан. Режим доступа URL: <http://web.snauka.ru/issues/2016/07/69200> (дата обращения: 08.06.2018).

ICHTHYOFAUNA OF LAKE PYAOZERO (NORTHERN KARELIA)

Savosin Denis Sergeevich, PhD in Biology, Research Fellow

Ilmast Nikolay Viktorovich, Doctor of Biology, Head of Laboratory

Institute of Biology of Karelian Research Centre, Russian Academy of Sciences,
Petrozavodsk, Russia, e-mail: sadenser@inbox.ru

The current state of ichthyofauna of one of the largest water objects of Northern Karelia – the Lake Pyaozero is considered. Now 16 species of fish belonging to 10 families live in the lake. Analysis of our studies showed a significant decrease in the number, and, consequently, the catch of both valuable species (vendace, whitefish, trout), and mass fish (roach, perch). To change the current situation on the reservoir and increase its productivity, it is necessary to carry out work to restore the number of salmon and whitefish populations.

УДК: 639.2.053.7(261+261.24+265.7)

СОВРЕМЕННЫЕ УСЛОВИЯ И ПОТЕНЦИАЛЬНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ДЛЯ РАЗВИТИЯ РОССИЙСКОГО ПРОМЫСЛА ВОДНЫХ БИОРЕСУРСОВ В БАЛТИЙСКОМ МОРЕ, АТЛАНТИЧЕСКОМ ОКЕАНЕ И ЮЖНОЙ ЧАСТИ ТИХОГО ОКЕАНА

¹Саускан Владимир Ильич, профессор, д-р биол. наук, профессор кафедры ихтиологии и экологии

¹Осадчий Виктор Михайлович, доцент, канд. биол. наук, доцент кафедры ихтиологии и экологии

²Архипов Александр Геральдович, д-р биол. наук, заместитель директора

¹ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет», Калининград, Россия, e-mail: sauskan@klgtu.ru

²ФГБНУ «Атлантический научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии», Калининград, Россия, e-mail: arhipov@atlantniro.ru

Рассмотрены особенности развития российского рыболовства в традиционных районах промысла и перспективы освоения потенциальной сырьевой базы водных биоресурсов в Балтийском море, в Атлантическом океане и Южной части Тихого океана с учётом анализа последних изменений в российском и международном рыбохозяйственных законодательствах и новых международно-правовых условий промысла водных биоресурсов

Введение

Научные исследования в океанических районах ведутся многие десятилетия и в настоящее время продолжают и расширяются, что позволяет получать новые данные, которые способствуют более эффективному и рациональному ведению промысла.

На основе анализа результатов научных исследований в Балтийском море, в Атлантическом океане и Южной части Тихого океана, а также анализа последних изменений в российском и международном рыбохозяйственных законодательствах и новых международно-правовых условий промысла водных биоресурсов, в предлагаемой работе рассмотрены особенности развития российского рыболовства в традиционных районах промысла и перспективы освоения Россией потенциальной сырьевой базы водных биоресурсов.

Современные международно-правовые условия использования и сохранения водных биологических ресурсов Мирового океана

Во второй половине XX века международно-правовые условия ведения рыболовства в Мировом океане изменились коренным образом. С принятием в 1982 г. Международной Конвенции ООН по морскому праву прибрежные государства сумели закрепить свои суверенные права на основные живые ресурсы прибрежных зон Мирового океана [1]. Многие рыболовные страны, в т. ч. и Россия (бывший СССР), оказались в сложном положении и были вынуждены перестраивать свои стратегии ведения промышленного рыболовства в Мировом океане. Международные правовые нормы во многом определяют условия и характер его ведения. Установление исключительной экономической зоны (ИЭЗ) дает возможность прибрежному государству иметь особые права экономического характера в прилегающем к его территориальному морю морском пространстве. Формирование концепции ИЭЗ проходило на различных международных форумах. В окончательном виде она была принята на Третьей конференции по международному морскому праву в 1982 г. Большое значение для мирового рыболовства имеет внесение ясности в понятие континентального шельфа.

В XX веке рыболовство переместилось в открытую часть Мирового океана. Конвенцией 1982 г. подчеркнуто, что открытое море находится в общем, равном и свободном пользовании всех государств, как прибрежных, так и не имеющих выхода к морю (Конвенция 1982 г. ст. 87, п. 1), и никакие части открытого моря не могут быть присвоены каким-нибудь государствам, т. е. на них не может быть распространен суверенитет любого государства (ст. 89). Данное положение является основополагающим для определения открытого моря как правовой категории. Свобода рыболовства в открытом море является неотъемлемым правом всех государств. Вместе с тем на них возлагается обязанность искать пути к сотрудничеству по сохранению живых ресурсов открытого моря. Эта необходимость вызвана наличием ряда объективных факторов. Международными соглашениями (конвенция, договор, соглашения, протоколы) о рациональном использовании живых ресурсов в настоящее время охвачены почти все промысловые районы Мирового океана. Они имеют существенное отличие от других международных соглашений. Международные соглашения направлены на охрану живых ресурсов, принадлежащих всем членам международного сообщества, и охватывают районы Мирового океана в пределах охраняемой популяции, что позволяет детально в правовом отношении изложить меры по их охране. Они содержат в себе охранные меры, разрабатываемые на основе научных данных [2].

В результате подписания соглашений по охране живых ресурсов Мирового океана, как правило, создаются комиссии по рыболовству. В настоящее время регулирование рыболовства на международном уровне осуществляется практически во всех районах Мирового океана. В Мировом океане ареалы многих видов биоресурсов находятся

как в исключительных экономических зонах прибрежных государств, так и в открытом море. Как правило, прибрежное государство, в ИЭЗ которого расположены зоны нереста или обитания молоди промыслового вида, стремится обеспечить сохранение и рациональное использование таких живых ресурсов, однако в результате неурегулированного промысла другими странами эти усилия не всегда приносят желаемый эффект.

В 1985 г. было принято уточняющее Соглашение об осуществлении положений Конвенции ООН по морскому праву 1982 г., которые касаются сохранения трансграничных рыбных запасов, запасов далеко мигрирующих рыб и управления ими. Исходя из пространственных и геофизических особенностей места и роли международных отношений, Россия является ведущей морской державой [3]. Наша страна имеет выход на три океана и самую большую в мире протяженность морского побережья. Россия сделала огромный вклад в изучение Мирового океана, в развитие морского рыболовства. Государственная политика РФ в морехозяйственной деятельности определена в Морской доктрине РФ на период до 2020 г., утвержденной Президентом РФ [4].

Перспективы использования сырьевой базы в традиционных районах российского промысла в Балтийском море и Атлантическом океане

Современное состояние сырьевой базы Балтийского моря позволяет увеличить отечественный вылов массовых пелагических видов рыб: шпрота и сельди балтийской. Нерестовый запас восточно-балтийской трески в последние годы демонстрирует снижение уровня биомассы, поэтому прогноз вылова трески на ближайшую перспективу не является оптимистичным. Запас речной камбалы в последнее десятилетие находится в стабильном состоянии, прогнозируемые объемы вылова этого объекта промысла находятся на уровне предыдущих лет. В общей сложности в Балтийском море в период с 1974 по 2013 г. ежегодно всеми странами добывалось от 0,6 до 1,1 млн т рыбы (в среднем 0,8 млн т) (рис. 1) [5]. При сохранении прогнозируемых изменений в динамике водных биоресурсов и вовлечении в промысел малоценных объектов российский вылов в Балтийском море может быть доведён до 70-80 тыс. т.

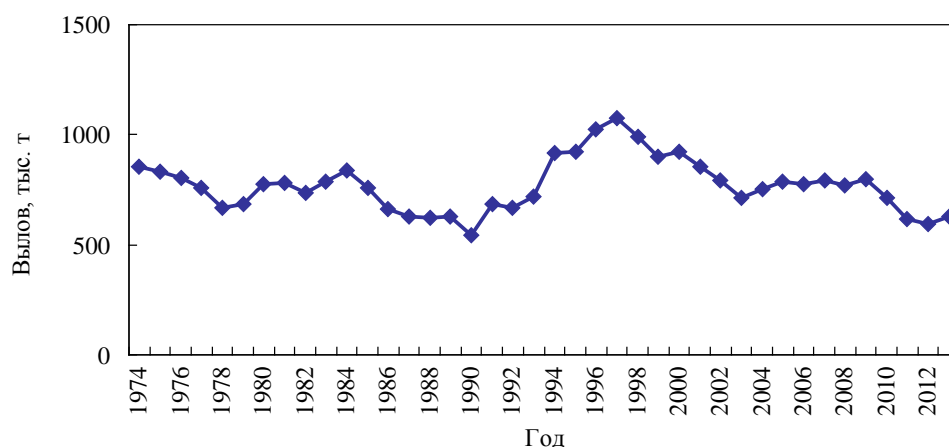


Рис. 1. Общий вылов основных промысловых видов рыб в Балтийском море по годам

В настоящее время возможности российского промысла в Северо-Западной Атлантике (СЗА) сравнительно небольшие. Общий объем выделяемых России квот в 2010-2012 гг. составлял 22-23 тыс. т (без квоты на вылов пелагического окуня, этот ресурс распределяется как в районе регулирования НАФО, так и в районе действия Комиссии по рыболовству в Северо-Восточной Атлантике (НЕАФК) и управляется этими организациями совместно). Динамика общего вылова промысловых гидробионтов СЗА

представлена на рис. 2 [6]. Суммарный вылов ВБР всеми странами, ведущими промысел в этом районе, колебался в пределах 1,8-2,1 млн т.

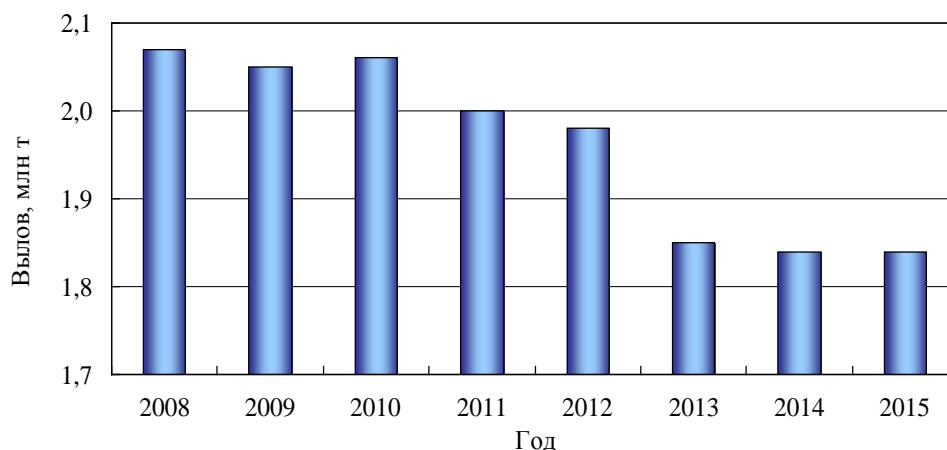


Рис. 2. Динамика общего вылова промысловых гидробионтов в СЗА (2008-2015 гг.)

Общий вылов российскими судами в районе регулирования НАФО (за вычетом вылова пелагического окуня) в эти годы находился в пределах 4-6 тыс. т, т. е. недоосвоенный объем биоресурсов составлял около 17-18 тыс. т [7]. Освоение квот в полном объеме затруднено рядом объективных обстоятельств. Недостаточное внимание судовладельцев к освоению ресурсов белого налима, скатов и кальмара объясняется низкой доступностью для промысла этих видов гидробионтов в связи с депрессивным состоянием запасов. Существующие квоты на вылов черного палтуса и трески реализуются полностью. Основной объем нереализованных квот приходится на морских окуней и может быть резервом увеличения российского вылова в Северо-Западной Атлантике. Однако в подрайоне б-ки Флемиш-Кап общий допустимый улов (ОДУ) окуня реализуется по «олимпийской системе» и реальный недоиспользуемый объем, с учетом вылова другими странами, составляет всего 1,5-2,0 тыс. т. Развитие промысла окуня сдерживается низкой коммерческой ценностью объекта из-за небольших размеров. В современных условиях достаточно эффективного регулирования промысла в рамках НАФО динамика запасов промысловых гидробионтов определяется в основном природными факторами. Высокая биологическая продуктивность вод СЗА позволяет рассчитывать на увеличение запасов трески, морского окуня, гренландского палтуса, возможно и некоторых других рыб. Соответственно, могут возрасти и национальные квоты России на их вылов. При определенных условиях возможно восстановление запаса креветки. В некоторой степени к перспективным объектам можно отнести серебристого хека, скумбрию и кальмара на шельфе Новой Шотландии в зоне Канады, численность которых испытывает периодические колебания. Возможное значительное увеличение промысловой биомассы этих гидробионтов создаст благоприятную основу для возобновления отечественного промысла в рамках договоренностей с канадскими компаниями. Для сохранения района СЗА в сфере интересов российского рыболовства необходимо проводить рыбохозяйственные исследования, развивать международное сотрудничество в рамках НАФО и двусторонних Соглашений с прибрежными странами [7, 8].

Сырьевая база российского пелагического промысла в *Северо-Восточной Атлантике* (СВА) представлена массовыми видами рыб с обширными ареалами. По оценкам российских и зарубежных ученых запасы путассу СВА в ближайшие годы будут снижаться. Поэтому суммарный объем российских национальных квот на добычу пелагических объектов в Северо-Восточной Атлантике, по-видимому, будет меньше, чем

возможности имеющегося у судовладельцев флота. В регионе осуществляется весьма действенное регулирование промысла в рамках межправительственных соглашений и международных организаций. Динамика общего вылова промысловых гидробионтов СВА представлена на рис. 3 [6]. Ежегодные суммарные уловы морепродуктов в последние годы находились на уровне 8,0-9,1 млн т.

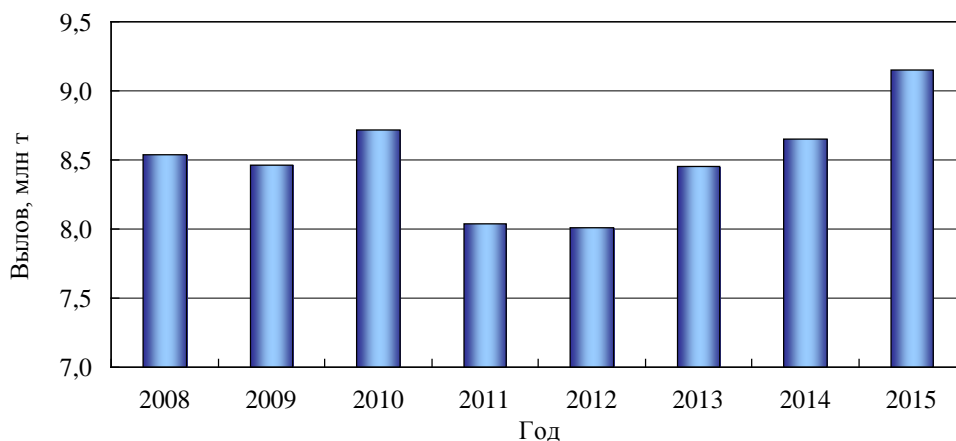


Рис. 3. Динамика общего вылова промысловых гидробионтов в СВА (2008-2015 гг.)

Можно предположить, что, несмотря на периодические колебания численности популяций рыб под влиянием природных факторов, в обозримом будущем эти ресурсы сохранят свое значение для российского рыболовства. Актуальной задачей является повышение эффективности использования ресурсов пелагических рыб путем модернизации и обновления флота. При этом общая численность судов пелагического лова, по сравнению с находящимися в эксплуатации в настоящее время, значительно сократится. В современный период ежегодный вылов России в СВА для пелагического промысла возможен в объеме 40-45 тыс. т [8, 9].

Центрально-Восточная Атлантика (ЦВА) является традиционным районом отечественного рыбного промысла. В современных условиях он базируется на сырьевой базе массовых пелагических видов рыб. Запасы этих рыб испытывают многолетние колебания. В первом десятилетии XXI века в связи с постоянно возрастающей интенсивностью промысла состояние запасов ряда видов ухудшилось. Тем не менее, район ЦВА остается одним из немногих, где сохраняется возможность доступа иностранных флотов к биоресурсам прибрежных стран, и где возможно расширение масштабов российского океанического рыболовства. Нарращивание вылова возможно, в основном, за счет сардины, численность которой остается на высоком уровне, в некоторой степени за счет скумбрии. В среднесрочной и долгосрочной перспективе в условиях высокой биологической продуктивности прибрежных вод Северо-Западной Африки можно ожидать увеличения биомассы и ОДУ и других популяций пелагических рыб. Динамика общего вылова промысловых гидробионтов ЦВА представлена на рис. 4 [6]. Суммарный вылов ВБР всеми странами, ведущими промысел в этом районе, в последние годы был довольно стабильным и колебался в пределах 3,9-4,5 млн т. В настоящее время ежегодный вылов России в ЦВА (ИЭЗ иностранных государств) возможен в объеме 320-340 тыс. т.

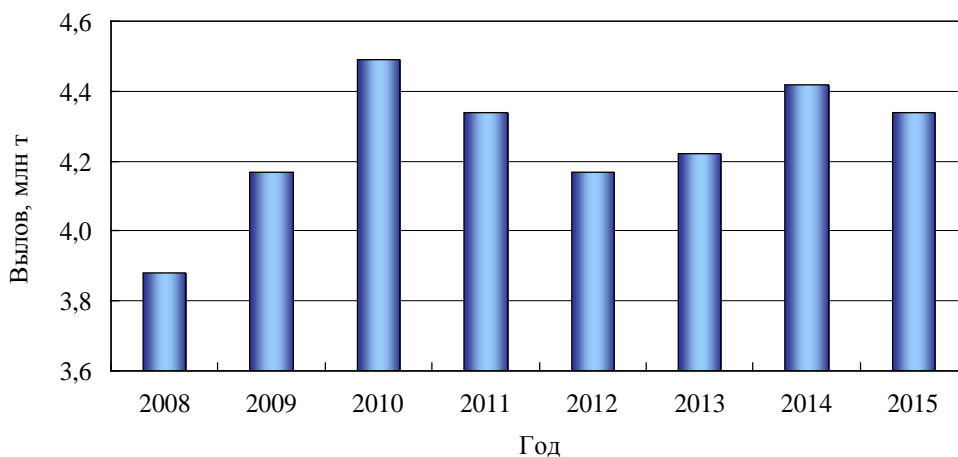


Рис. 4. Динамика общего вылова промысловых гидробионтов в ЦВА (2008-2015 гг.)

Необходимым условием сохранения и расширения масштабов российского рыболовства в ЦВА является осуществление активной государственной поддержки, направленной на продолжение действия существующих Соглашений с прибрежными странами в области рыбного хозяйства, улучшение в рамках этих Соглашений условий работы российского флота и сотрудничество с местными научными центрами [7, 8, 10].

С введением исключительных экономических зон прибрежными государствами Юго-Восточной Атлантики (ЮВА) доступ к морским биоресурсам стал возможен в соответствии с законодательством этих стран. Основная проблема, сдерживающая развитие российского промысла в исторически традиционном районе ЮВА заключается в политике прибрежных стран, согласно которой доступ к биоресурсам могут получать только национальные предприятия и граждане этих государств. Даже при заключении новых межправительственных соглашений по рыболовству, на что направлены усилия российской стороны, квоты на добычу биоресурсов российским судам могут быть выделены в ограниченных объемах через местные компании. Динамика общего вылова промысловых гидробионтов ЮВА представлена на рис. 5 [6]. Суммарные уловы ВБР изменялись в пределах 1,2-1,7 млн т.

С точки зрения сырьевой базы наибольший интерес представляют ресурсы Намибии, где регулирование промысла находится на высоком уровне, и запасы основных промысловых объектов (ставрида, хек) поддерживаются в удовлетворительном состоянии. Сведения о состоянии биоресурсов в водах Анголы имеют отрывочный, не всегда достоверный характер. Биоресурсы ИЭЗ ЮАР по объему существенно меньше, чем ресурсы вод Анголы и Намибии, их использование российским флотом маловероятно. Ежегодно в ЮВА Россия в рамках совместных с прибрежными странами предприятий может добывать 250-270 тыс. т рыб [7, 8, 10].

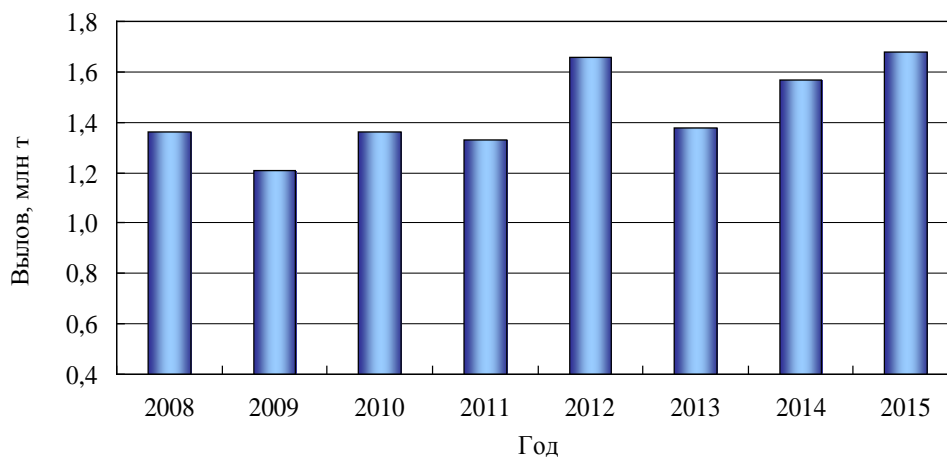


Рис. 5. Динамика общего вылова промысловых гидробионтов в ЮВА (2008-2015 гг.)

Перспективы российского промысла наиболее важных потенциальных водных биоресурсов открытой части и конвенционных районов Атлантического и Южной части Тихого океанов

В 50-80-е годы XX века рыбохозяйственными научно-исследовательскими и поисковыми организациями Минрыбхоза СССР были проведены весьма интенсивные научно-поисковые исследования с целью дальнейшего расширения отечественного промысла водных биоресурсов в открытом океане, в результате которых в конечном счёте в сферу отечественного рыболовства были вовлечены массовые виды водных биологических ресурсов открытых и конвенционных районов океана. Например, в 60-70-х годах XX века из г. Калининграда было организовано несколько научно-исследовательских, поисковых и экспериментальных экспедиций АтлантНИРО, Управления «Запрыбпромразведка» и СЭКБ промрыболовства для исследования возможностей промысла некоторых массовых водных биоресурсов открытых районов океана, в частности – макрелешуки, рыб подводных гор и возвышенностей, тунцов, светящихся анчоусов, кальмаров, летучих рыб, антарктического криля и др. Советский Союз постепенно включал эти объекты в сферу своего промысла. К сожалению, с распадом Советского Союза многие из этих промыслов были прекращены по экономическим, материально-техническим и политическим причинам, в частности, в связи с сокращением государственной поддержки рыбной отрасли, изношенности судов флота рыбной промышленности, разрушением инфраструктуры российского рыбохозяйственного комплекса, перехода промысловых организаций из государственной собственности в частную, нехватке кадров и по другим причинам. В последние годы вновь встал вопрос о развитии отечественно рыболовства в открытой части и конвенционных районах Атлантического и южной части Тихого океанов. Эти ресурсы, на наш взгляд, являются для России перспективными для обеспечения в будущем развития их промысла в Мировом океане [7, 11].

Тунцы. За период с 2008 по 2014 г. общие уловы тунцов в Мировом океане всеми странами выросли с 6,6 до 7,7 млн т. В целом ресурсы некоторых видов тунцов в мире недоиспользуются. Наша страна освоила промысел тунцов в 80-е года XX века, и этот промысел успешно вёлся во всех океанах вплоть до середины 90-х. Последующие политические события привели к сокращению числа тунцеловных судов России с 30 до 7 ед. Все российские крупнотоннажные тунцеловные сейнеры были проданы иностранным компаниям, за исключением 7 ССТ, принадлежащих ОАО «Атланттралфлот» (г. Калининград), которые продолжали вести промысел под российским флагом в Атлан-

тическом океане. Несмотря на высокие мировые годовые уловы тунцов (например, полосатого тунца добывают более 3 млн т в год, желтопёрого – около 1,5 млн т, большеглазого и малого восточного – примерно по 400 тыс. т каждого, длиннопёрого и длиннохвостого – по 230-240 тыс. т). Запасы некоторых массовых видов тунцов (например, полосатого тунца), не полностью освоены мировым тунцеловным флотом, уловы ежегодно прирастают или остаются на высоком уровне, поэтому имеются возможности наращивать годовой вылов тунцов. С целью возобновления отечественного тунцеловного промысла необходимо в кратчайшее время разработать долгосрочную государственную программу развития российского тунцеловного промысла в рамках новой стратегии развития рыбохозяйственного комплекса РФ до 2030 г. на основе государственно-частного партнёрства, в т. ч. – использования инвестквот и венчурных капиталовложений. Отечественный специализированный тунцеловный флот работал в Атлантике в 1965-2009 гг., его максимальный годовой улов достигал 25 тыс. т. Регулированием промысла тунцовых в Атлантическом океане занимается Международная комиссия по сохранению запасов атлантических тунцов (ИККАТ). Многие виды тунцов не котируются и доступны для облова. По экспертной оценке суммарные остаточные ресурсы группы «Тропические тунцы» (желтоперый, большеглазый, полосатый) и группы «Малые тунцы» (скумбриевидный, макрелевидный, пятнистый и др.) составляют примерно 400 тыс. т. В последние годы вылов тунцов Россией в Атлантическом океане ограничен только приловом при траловом промысле в объеме 1,5-3,5 тыс. т ежегодно. В настоящее время последние российские тунцеловные сейнеры, ввиду технического и морального износа, не могут вести эффективный промысел, а для сохранения российской квоты (промыслового усилия) на добычу тропических тунцов в Атлантике необходима срочная замена существующего флота [7, 8, 10].

В июне 1978 г. Управление «Запрыбпромразведка» Западного бассейна Минрыбхоза СССР организовало первую поисково-промысловую экспедицию в открытые воды восточной части Тихого океана в составе пяти крупнотоннажных судов. Были выявлены значительные скопления чилийско-перуанской ставриды, скумбрии и сардинопса в океанической пелагиали за пределами экономической зоны Перу. В дальнейшем еще более массовые скопления чилийско-перуанской ставриды были разведаны за пределами экономической зоны Чили. По результатам работ поисково-промысловой экспедиции был оперативно развернут крупномасштабный отечественный промысел. В ходе освоения промысла в южной части Тихого океана было выполнено около 200 научно-поисковых и научно-исследовательских экспедиций, собран значительный объем океанологических и биологических данных, создана система научного обеспечения рационального промысла [7, 12]. За организацию работ по выявлению и освоению новых ресурсов рыболовства в южной части Тихого океана в 1982 г. постановлением Совета Министров СССР группе специалистов Управления «Запрыбпромразведка» и ВРПО «Запрыба» была присуждена Государственная премия СССР. С 1979 по 1991 г. на обширной акватории вне экономических зон стран Южной Америки и Новой Зеландии круглогодичный промысел ставриды и других рыб вели одновременно до 88 крупнотоннажных судов СССР. Среднегодовая добыча составляла около 1 млн т, максимальная – 1,38 млн т. За 13 лет было выловлено 2,8 млн т рыбы, в основном ставриды. В конце 1991 г. отечественный промысел был прекращён ввиду экономической неэффективности работы в таком удаленном районе, и в настоящее время наш флот там практически не работает [7, 8, 13, 14]. Российские научные исследования в этом районе возобновились после более чем десятилетнего перерыва. На СТМ «АТЛАНТИДА» в октябре 2002 г. - январе 2003 г. были выполнены научно-поисковые работы на большой акватории ЮВТО и тралово-акустическая съемка в южном подрайоне. Биомасса ставриды на акватории, охваченной съемкой, составила около

7 млн т. Эта величина сопоставима с величинами биомассы, полученными в 80-е годы XX века. По расчетам АтлантНИРО ОДУ ставриды только на обследованной акватории был оценен величиной около 1,6-1,7 млн т в год. В первые годы XXI века в этом районе начали быстро наращивать активность рыболовные флотилии ряда стран. В открытые воды в поисках скоплений рыбы стали выходить чилийские сейнеры океанического лова, ранее промышленявшие ставриду в своей экономической зоне. Примерно в это же время (в 2000 г.) в Юго-Восточной части Тихого океана начали работать китайские траулеры (до 10-15 ед.) и несколько бывших советских супертраулеров испанской постройки, которые работали под флагами Вануату и Фарерских островов. В конце 2005 г. промысел ставриды в Юго-Восточной части Тихого океана впервые начали крупные суда Европейского Союза, в 2007 г. их количество достигло восьми единиц [7]. В связи с ростом интенсивности промысла правительственные и рыбохозяйственные структуры Чили, Австралии, Новой Зеландии и других стран инициировали создание международной региональной организации по рыболовству в Южной части Тихого океана (SPRFMO). Всё вышеизложенное позволяет полагать, что в ближайшие годы ресурсы чилийско-перуанской ставриды Южной части Тихого океана вновь могут послужить важной составляющей российского рыбного промысла, имея ввиду, что в «тучные годы» XX века уловы нашей страны здесь достигли 2,8 млн. т рыбы за 13 лет отечественного промысла (1979-1991 гг.), в котором основу составляла чилийско-перуанская ставрида [7, 12, 14]. Проблемы заключаются в необходимости возобновления «исторического подхода» к выделению квот (как известно, промысел ставриды в открытой части ЮТО был организован СССР на основе своих научно-поисково-промысловых исследований), а также в разработке стратегии российского рыбного промысла в удалённых районах открытого океана для реализации «Морской доктрины» России. Как и для организации промысла тунцов и антарктического криля, на наш взгляд, и в этом случае необходим экономический подход на основе государственно-частного партнёрства и инвестиционных квот. Общие уловы ставриды в 1984-1992 гг. составляли 0,7-1,0 млн т ежегодно. Сейчас нашего промысла в этом районе нет. В настоящее время возможный улов РФ оценивается в 100 тыс. т при ОДУ 500 тыс. т.

Некоторые другие водные биоресурсы открытых и конвенционных районов океана также представляют несомненный интерес для российского рыболовства [3, 7, 15].

Антарктический криль. В 1970-2016 гг. советским/российским флотом было выловлено 5663,5 тыс. т криля и рыбы, что составляет около 60% общего вылова ВБР, добытых в АЧА всеми странами в этот период. В 80-е годы годовой улов СССР – до 360 тыс. т криля. С 1992 г. промысла РФ в АЧА практически нет (за исключением промысла клыкача в районе моря Росса (до 6 ярусоловов с общим выловом 600 т в год). Возможный улов РФ криля в АЧА оценивается АтлантНИРО в 300-350 тыс. т в год.

Аргентинский кальмар. В 1982-1991 гг. годовые уловы СССР составляли 18-138 тыс. т, в 1992-2004 гг. уловы РФ уменьшались от 66,9 до 0,55 тыс. т (снижение промыслового усилия). По результатам исследований АтлантНИРО на участке кромки шельфа и материкового склона между 41-47° ю.ш. при выходе кальмара за пределы ИЭЗ Аргентины возможный вылов за пугину 10-15 судов РФ может составить 15-30 тыс. т.

Светящиеся анчоусы. В 80-е годы прошлого века СССР добывал в водах Антарктики до 70 тыс. т ежегодно. Несмотря на высокую биомассу светящихся анчоусов в отдельных районах Мирового океана, на наш взгляд, их промысел для России в настоящее время проблематичен по ряду причин (отсутствие научно-поисковых экспедиций для изучения особенностей образования промысловых скоплений, международные ограничения промысла некоторых видов, отсутствие и дороговизна специализированного флота, удалённость районов промысла от портов базирования судов, отсутствие

технологий выпуска конкурентоспособной продукции из сырья довольно низкого качества, трудности с рынком сбыта и т. д.). Однако и этот ресурс остаётся в резерве для будущего развития российской рыбной промышленности.

Российский промысел глубоководных придонных рыб подводных гор и возвышенностей океана (в частности макруруса и берикса), в настоящее время не может быть экономически эффективным из-за проблем, связанных с необходимой модернизацией флота для тралового лова в сложных условиях подводных гор и возвышенностей на больших глубинах, новыми орудиями и методами лова, отсутствием средств на проведение специальных исследований в морских условиях и др.

Для России сегодня развитие промысла массовых рыб эпипелагиали, например, летучих рыб или макрелешуки в Атлантическом океане не является актуальным из-за вышеперечисляемых проблем, хотя в дальней перспективе и эти довольно многочисленные водные биологические ресурсы смогут быть объектом промышленного лова.

Заключение

Одна из главных задач рыбохозяйственной науки – защита интересов российского рыболовства на международном уровне. Это возможно путем оценки на строгой научной основе в исследуемых районах водных биологических ресурсов и разработки рекомендаций по их рациональному использованию с учетом требований международных конвенций и двусторонних договоров. Перспективы устойчивого развития российского рыбохозяйственного комплекса в значительной степени зависят от дальнейшего совершенствования рыболовного промысла в традиционных районах рыболовства, а также от того, как скоро будут приняты стратегические решения по вовлечению в сферу приоритетов развития отрасли промысел недоиспользуемых водных биологических ресурсов в удалённых, открытых и конвенционных районах Мирового океана. Наиболее востребованными водными биологическими ресурсами для российского рыболовства в открытых и конвенционных районах океана могут быть тунцы, чилийско-перуанская ставрида и антарктический криль, недостаточно освоенные запасы, которых позволят значительно увеличить годовой вылов Россией ВБР в океанических районах, и решить тем самым многие социально-экономические проблемы нашей страны. Для реализации этого проекта нужна специальная стратегия и госпрограммы устойчивого использования резервных водных биологических ресурсов, основные принципы которой – новые формы взаимодействия государства, бизнеса и общества, а также реализация «Морской доктрины» и концепции продовольственной безопасности России.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Авраменко И. М. Международное морское право. М.: РКонсульт, 2003. 496 с.
2. Осадчий В. М. Рыбохозяйственное законодательство. М.: МОРКНИГА, 2013. 275 с.
3. Саускан В. И. Сырьевая база рыболовства Мирового океана. Калининград: КГТУ, 2006. 295 с.
4. Морская доктрина РФ на период до 2020 года // Рыбн. хоз-во. 2001. № 5. С. 3-11.
5. Карпушевский И. В., Голубкова Т. А., Архипов А. Г. Сырьевые ресурсы Балтийского моря и его заливов // Вопр. рыболовства. 2015. Т. 16. № 3. С. 278-292.
6. FAO Yearbook / Fishery and Aquaculture Statistics (2015). Rome: FAO, 2017. 79 p.

7. Промысловое описание продуктивных районов Атлантического океана (к югу от параллели 50°с.ш.) и Юго-Восточной части Тихого океана // К. Г. Кухоренко и др. Калининград: Капрос, 2013. 415 с.

8. Промыслово-океанологические исследования в Атлантическом океане и южной части Тихого океана // Под ред. В. Н. Яковлева (в двух томах). Калининград: АтлантНИРО, 2002. Т. 1. 248 с. Т. 2. 273 с.

9. Гербер Е. М. Современное состояние российского пелагического промысла в Северо-Восточной Атлантике // Вопр. рыболовства. 2010. Т. 11. № 4. С. 726-738.

10. Использование сырьевой базы рыболовным флотом Российской Федерации в Атлантическом океане в зонах ответственности АтлантНИРО / А. Г. Архипов и др. // Тр. ВНИРО. М.: ВНИРО. 2016. Т. 160. С. 41-59.

11. К вопросу о стратегии развития рыбохозяйственной отрасли РФ до 2030 г. /Архипов А. Г., Осадчий В. М., Сазонова Д. Ю., Саускан В. И., Серпунин Г. Г. // Изв. КГТУ. № 47. 2017. С. 13-21.

12. Чернышков П. П., Дерябин Н. Н. 30 лет со времени открытия и освоения ресурсов пелагических рыб в южной части Тихого океана // Рыб. хоз-во. 2008. № 5. С. 30-33.

13. Макоедов А. Н., Кожемяко О. Н. Основы рыбохозяйственной политики России. М.: Нац. рыбные ресурсы, 2007. 477 с.

14. Глубоков А. И., Глубоковский М. К., Рабчун М. А. Ставрида южной части Тихого океана – современное состояние запаса, регулирование и перспективы промысла // Рыбн. хоз-во. 2013. № 1. С. 3-6.

15. Саускан В. И., Тылик К. В. Сырьевая база рыбной промышленности России. Учебник для вузов. М.: МОРКНИГА, 2013. 325 с.

MODERN CONDITIONS AND POTENTIAL OPPORTUNITIES FOR DEVELOPMENT OF THE RUSSIAN AQUATIC BIORESOURCES IN THE BALTIC SEA, ATLANTIC OCEAN AND SOUTH PACIFIC

¹Sauskan Vladimir Il'ich, professor, doctor of biological sciences, professor of the department of ichthyology and ecology

¹Osadchiy Viktor Mikhailovich, associate professor, candidate of biological sciences, associate professor of ichthyology and ecology department

²Arkhipov Aleksandr GERAL'dovich, doctor of biological sciences, deputy director

1Kaliningrad State Technical University, Kaliningrad, Russia,

e-mail: sauskan@klgtu.ru

²Atlantic Research Institute of Fisheries and Oceanography, Kaliningrad, Russia,

e-mail: arkipov@atlantniro.ru

The specifics of the development of Russian fishing in traditional fishing areas and the prospects for the development of a potential resource base for aquatic biological resources in the Baltic Sea, the Atlantic Ocean and the South Pacific are analyzed, taking into account the latest developments in Russian and international fisheries legislation and the new international legal conditions for aquatic bioresources.

О ПРИЧИНАХ ВВЕДЕНИЯ ЗАПРЕТА НА ПРОМЫСЛОВЫЙ ЛОВ ОМУЛЯ (*COREGONUS AUTUMNALIS MIGRATORIUS*, GEORGI) ОЗЕРА БАЙКАЛ В СОВРЕМЕННЫЙ ПЕРИОД

¹Соколов Андрей Владимирович, доцент, канд. биол. наук

²Петерфельд Владимир Августович, канд. биол. наук

¹ ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет»,
Калининград, Россия, e-mail: sokolov@klgtu.ru

²Байкальский филиал ФГБНУ «Госрыбцентр», г. Улан-Удэ, Россия,
e-mail: bf-grc@yandex.ru

Байкальский омуль – наиболее значимый из промысловых видов рыб в озере Байкал. Приводятся ретроспективная оценка состояния его запасов и основные структурно-биологические параметры в настоящий период. Обращается внимание на значительное снижение промысловых уловов омуля в последние полтора десятилетия, связанное с резким уменьшением его биомассы. Допускается возможность достижения критического состояния запасов данного вида, что в свою очередь предполагает необходимость введения запрета на промысловый лов байкальского омуля

Байкальский омуль относится к озерно-речным проходным сиговым, нагуливается в оз. Байкал, на нерест идет во впадающие в него реки и прежде всего в реки Верхняя Ангара, Селенга, Баргузин, речки Посольского сора. В связи с значительными различиями условий обитания и воспроизводства, отразившимися на морфологических признаках выделены три экологические группы данного вида: омуль пелагический, придонно-глубоководный и прибрежный [1, 2].

Достаточно объективный мониторинг состояния запасов байкальского омуля ведется, начиная с предыдущего введения запрета на промысел омуля (1969-1975 гг.), осуществления научно промысловой разведки (1976-1981 гг.) и в последующем разрешенного нормативными документами промыслового лова (1982-2017 гг.).

Источником информации для анализа состояния запасов служит ежегодный сбор ихтиологических материалов на Байкале по всей акватории озера в пределах основных мест нагула омуля, по рыбопромысловым районам (из всех промысловых орудий лова различного типа и ячеистости, при проведении контрольного и научно-исследовательского лова); а также на основных реках, впадающих в Байкал (учет численности заходящих производителей омуля, количественная оценка фонда отложенной икры, учет скатывающихся личинок).

Доступная информация позволяет проведение аналитического оценивания состояния запаса и расчета общего допустимого улова (ОДУ) с использованием структурированных моделей эксплуатируемого запаса [3]. В последние полтора десятилетия оценка численности проводится с использованием виртуально-популяционного анализа (ВПА) по классической схеме с определением численности и коэффициентов промысловой смертности поколений в различные годы промысла [4, 5]. В качестве исходных данных для анализа используются следующие:

- возрастная структура уловов по годам промысла за количество лет равное количеству возрастных групп, отмечаемых в промысле;
- общий вылов омуля в эти же годы, с учетом величины неучтенного вылова;

- коэффициенты естественной смертности по возрастам, определенные по данным контрольных траловых обловов и расчета возрастной структуры необлавливаемого стада в 1969-1975 гг., т.е. в период запрета на лов омуля.

После окончания запрета на лов омуля в Байкале (1969-1975 гг.) и проведения научной разведки (1976-1981 гг.), с 1982 г. был начат сначала экспериментальный, а затем промышленный (с 1987 г.) лимитированный лов данного вида. Существующий до настоящего времени режим промысла омуля был достаточно стабилен на протяжении более двух десятилетий (с 1982 по 2004 гг.) и базировался на относительном постоянстве общих показателей численности и биомассы омуля в этот период, соответствующим экологическим и рыбохозяйственным условиям, сложившимся в Байкале (таблица 1).

Таблица 1

Численность, биомасса и общий допустимый улов омуля в оз. Байкал в 1982 -2004 гг.

Параметр	Колебания	Средняя
Численность промыслового запаса, млн. экз.	213-269	243
Биомасса промыслового запаса, тыс. т	20,5-26,4	23,3
Биомасса эксплуатируемого запаса, тыс. т	12,9-18,9	15,2
Численность нерестового запаса, млн. экз.	3,4-6,0	4,8
Общий допустимый улов, тыс. т	2,5-3,3	3,0

Колебания представленных характеристик в данный период изменялись в относительно узком интервале. Разрабатываемые величины возможного вылова в принципе соответствовали фактическим уловам. Выявленных трендов снижения состояния запасов и ухудшения биологических характеристик, как в целом смешанного стада байкальского омуля, так и его отдельных экологических групп, не отмечалось. Представленные показатели были приняты в качестве эталонных для оценки стабильного состояния запасов омуля в озере Байкал.

В настоящее время регулирование промысла омуля на Байкале осуществляется в соответствии с Постановлением Правительства Российской Федерации от 28.01.02 № 67 «Об особенностях охраны, вылова (добычи) эндемичных видов водных животных и сбора эндемичных видов водных растений озера Байкал», утвержденными законодательными актами величинами общего допустимого улова (ОДУ) и разрабатываемым ежегодно рекомендуемым режимом лова, регламентирующим состав и количество применяемых омулевых орудий лова.

На рисунках 1, 2 приведены данные по количеству орудий лова на промысле байкальского омуля и вылову на промысловое усилие за последнее десятилетие. В качестве условной единицы промыслового усилия принят среднемноголетний вылов на сетепорядок длиной 2,0 км.

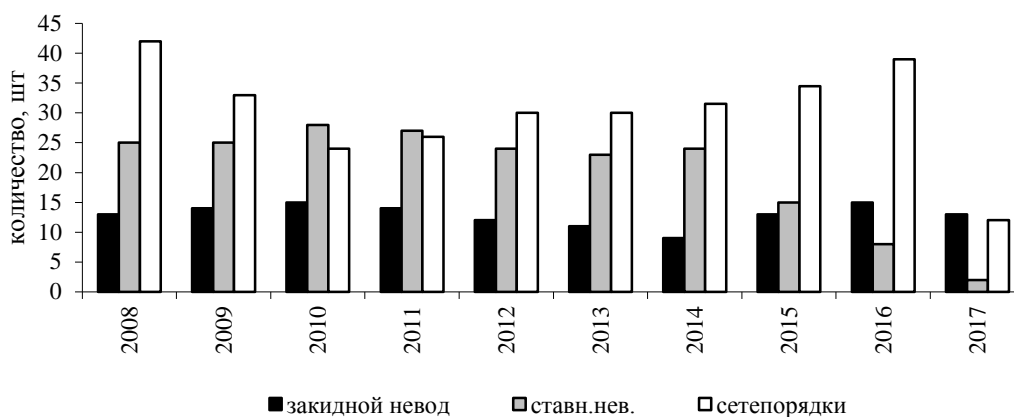


Рис.1. Количество омулевых орудий лова в 2008-2017 гг.

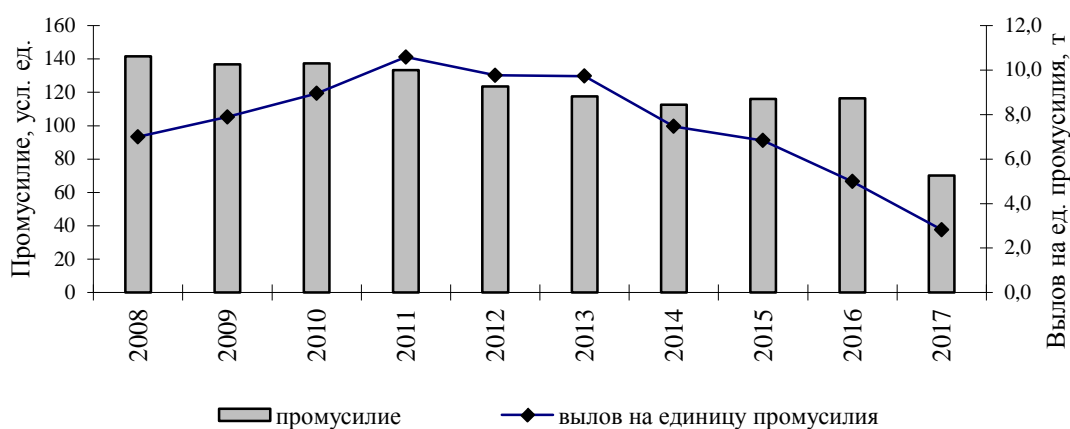


Рис. 2. Интенсивность промысла байкальского омуля в 2008-2017 гг.

В соответствии с приведенными данными в последние годы наблюдалась тенденция снижения количества применяемых ставных неводов и, напротив, увеличивалось количество закидных неводов. Также особое внимание следует обратить на резкое снижение количества официально выставляемых сетных орудий лова, принятое по решению научно-промыслового совета Байкальского бассейна (2016 г. – 39 тыс. м, 2017 г. – 12 тыс. м). Кроме того, по административным причинам (отсутствие у пользователей закреплённых рыбопромысловых участков) природоохранной прокуратурой Иркутской области был запрещен промысел омуля в Маломорском и Южнобайкальском промысловых районах. В результате величина промыслового усилия к 2017 г. существенно снизилась. Однако, при этом и вылов на единицу промыслового усилия с 2011 г. постоянно снижался и в 2017 г. составил 2,8 т, что ниже по сравнению с 2011 г. (10,6 т) в 3,8 раза.

Кроме того, дестабилизирующим фактором в нормативно выполняемом режиме промысла омуля выступает неучтенный вылов, масштабы которого переменчивы в зависимости от административных решений в конкретные годы. Так, объем неучтенного вылова был значительным в 2006-2008 гг. из-за проводимой административной реформы в рыбном хозяйстве РФ. В 2016 – 2017 гг. было отмечено довольно существенное снижение неучтенного вылова из-за двух факторов. Во-первых, общее снижение запасов омуля привело к переоценке окупаемости ведения такого лова. Во-вторых, из-за введения достаточно жестких решений по снижению промысловой нагрузки официальный вылов омуля по объективным причинам (снижение интенсивности лова на общем фоне уменьшения запасов) существенно снизился, а объем неучтенного вылова остался в тех же пределах (рисунок 3).

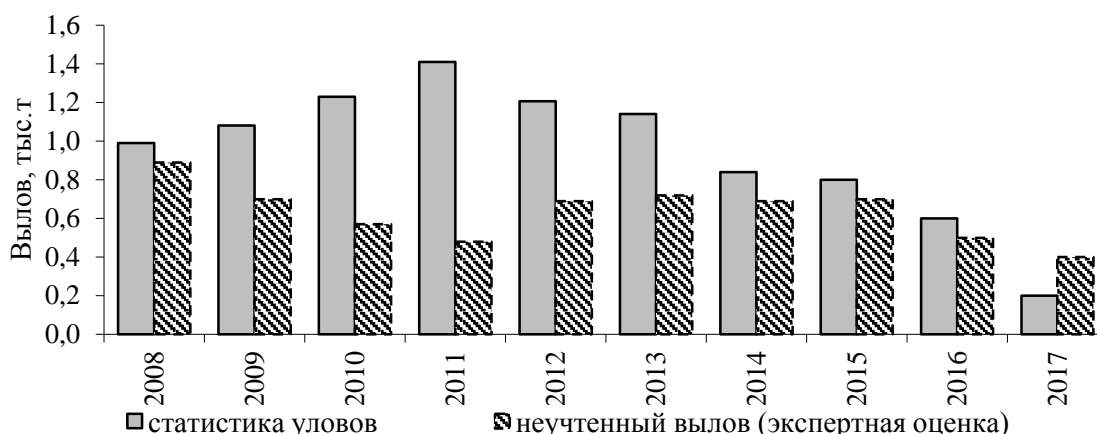


Рис. 3. Соотношение уловов омуля по статистическим данным и неучтенного вылова

Значимым критерием состояния запасов омуля является эффективность его воспроизводства. Ниже (рисунок 4) представлены данные по численности нерестовых стад омуля за последние 10 лет. В 2016 г. количество заходящих в реки производителей было критически ниже среднееголетних значений (4,3 млн экз.) – 0,8 млн экз. и находилось значительно ниже уровня минимального значения, отмеченного в 2013 г. (2,1 млн экз.). В 2017 г. численность нерестовых стад увеличилась до 1,3 млн экз.

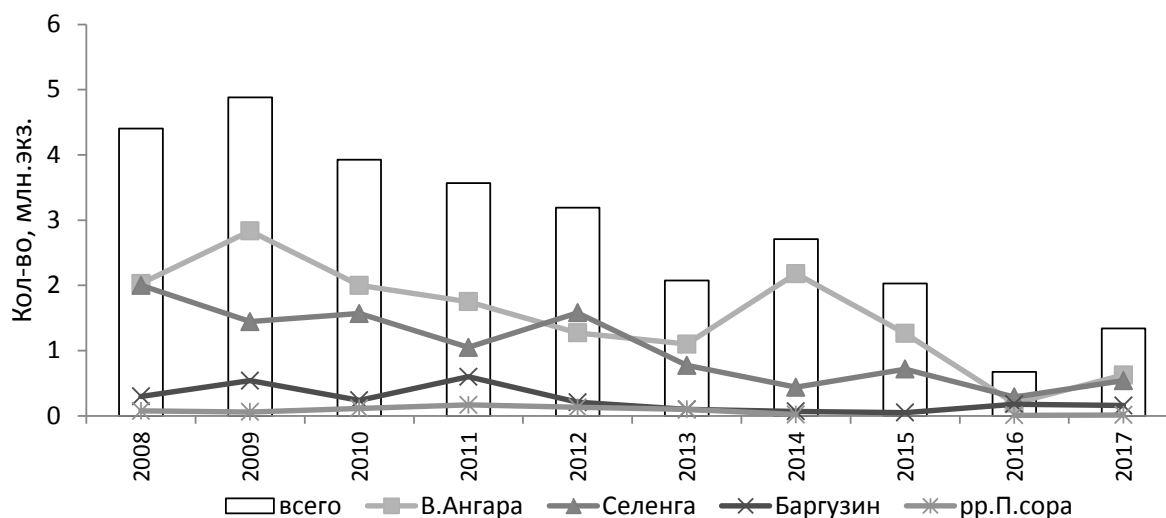


Рис.4. Численность нерестовых стад омуля в 2008-2017 гг., млн экз.

Что касается биологических характеристик, то в целом за последние 30 лет наблюдается тенденция увеличения линейно-весовых показателей омуля, стабилизация и даже улучшение показателей роста и созревания на фоне снижения состояния запасов. Так, средние размеры пелагического и прибрежного омуля в смешанном стаде (возраст 4-10 лет) в период 1998-2017 гг. в среднем увеличились на 5,0-5,5 %, а придонно-глубоководного омуля на 8 %. В отношении весовых показателей различия еще более значимы, наблюдается увеличение массы на 20-27 % и 36 % соответственно для рассматриваемых экологических групп байкальского омуля (Рисунок 5).

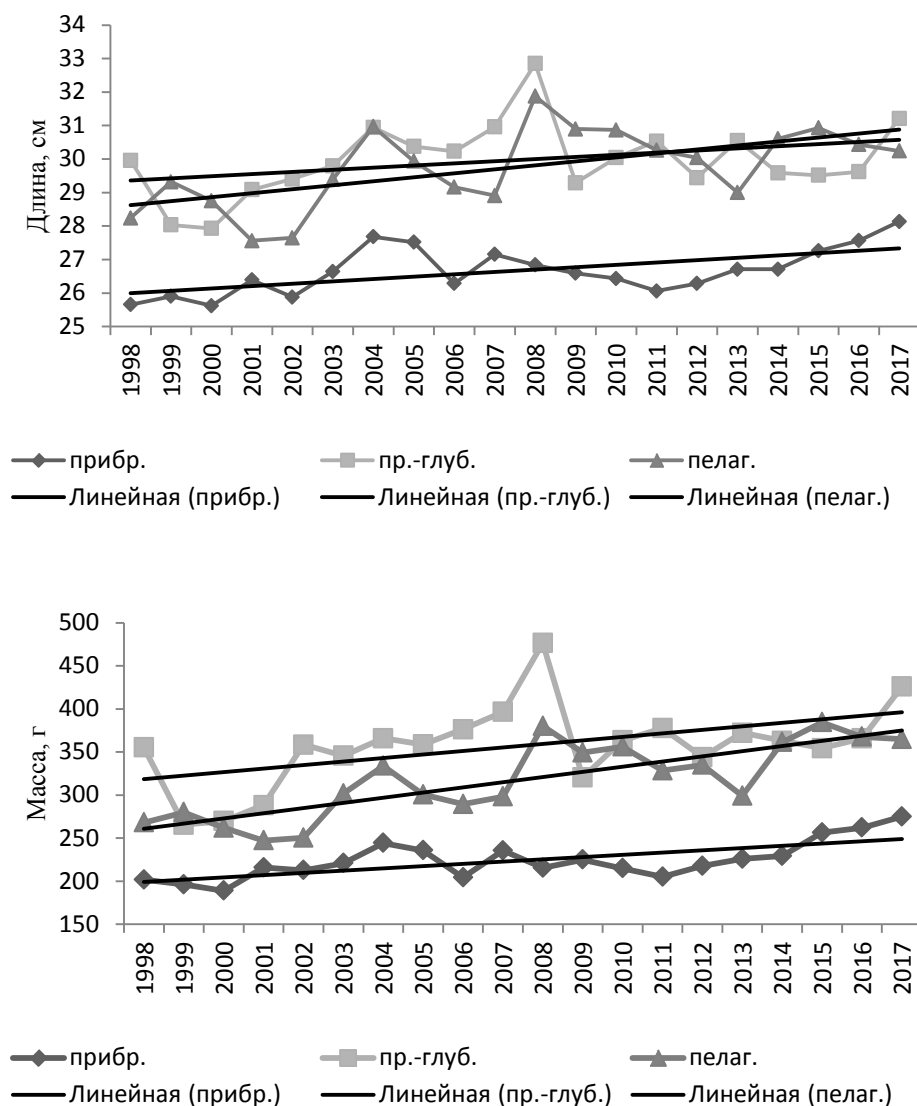


Рис. 5. Динамика изменений средней длины и массы омуля в смешанном стаде для разных экологических групп в 1998-2017 гг.

В то же время при анализе материалов по современному состоянию запасов байкальского омуля отмечается существенное снижение уловов и значительное увеличение размаха их колебаний. Так, при средней величине улова в предыдущие 10 лет (2006-2015 гг.) в 0,9 тыс. т, минимум составил – 0,8, максимум – 1,4 тыс. т, т.е. размах колебаний увеличился в 1,6 раза. В 2016 г. официальный вылов омуля снизился до 0,6, а в 2017 г. до 0,2 тыс. т. Среди причин устойчивого снижения уловов омуля можно назвать следующие:

1. Уменьшение общей биомассы омуля в Байкале - в 2008 г. биомасса омуля впервые опустилась ниже 20 тыс. т, к 2012-2014 гг. уменьшилась до 13-16 тыс. т, в 2015-2016 гг. она находилась на уровне 10-13 тыс. т. В 2017 г. согласно полученным материалам биомассу омуля можно оценить на уровне 6,8 тыс. т. Сложившаяся ситуация неординарна и связана с тем, что одновременно две основные экологические группы омуля (пелагическая и прибрежная) имеют низкий уровень состояния запасов. Тогда как в историческом аспекте численность этих групп имеет достаточно выраженный

отрицательный тренд, т.е. при высокой численности одной группы, численность другой обычно ниже среднемноголетних величин.

Результатом снижения общего запаса омуля в Байкале явилось уменьшение численности производителей омуля, заходящих в нерестовые реки.

Особенно это сказалось на нерестовом стаде омуля р. В. Ангара, где в 2013, 2015 гг. уже была зафиксирована минимальная величина захода производителей в послезапретный период – 1,1-1,2 млн экз., тогда как среднегодовая величина захода – 2,1 млн экз., т.е. наблюдается снижение почти в 2 раза. А 2016 г. дал вообще беспрецедентно низкую величину – 0,2 млн. экз. Численность производителей в 2017 г. также была значительно ниже среднемноголетних значений – 0,6 млн. экз.

Также в 2016 г. зафиксирован минимальный заход производителей в р. Селенгу – 0,3 млн экз., по сравнению со среднемноголетней величиной – 1,8 млн экз. (2017 г. – 0,5 млн. экз.).

Снижение численности половозрелой части стад прибрежного и пелагического омуля отразилось и на возрастной структуре промысловых уловов. Численность рыб в возрастах 8-10 лет по сравнению с периодом стабильного запаса сократилась с 20,2 % до 8,1 %, т.е. в 2,5 раза.

2. Изменение нагульных миграций омуля - особенно резкие изменения заметны для Маломорского промыслового района, где в последние полтора десятилетия наблюдалось отсутствие ранее выраженного (80-90-е годы) захода пелагического омуля, а с 2012 г. уменьшилась численность и прибрежного омуля. Вместе с тем, существенно увеличилась концентрация пелагического омуля на Южном Байкале, а в 2016 г. впервые за последние два десятилетия отмечен достаточно выраженный заход омуля в Малое Море. Для Селенгинского промыслового района отмечено значительное повышение концентраций пелагического омуля непосредственно в прибрежной мелководной зоне и даже факты (уже достаточно регулярные, как и в 2017 г.) захода нагульного омуля в залив Провал.

3. Неучтенный вылов рыбы – масштабы его очень значительны и являются результатом существенного снижения эффективности охраны рыбных запасов. Причем, как уже отмечалось выше, при введении значимых ограничительных мер по ведению официального промысла масштабы неучтенного вылова снизились несущественно. Особое внимание следует обратить на практически не снижающуюся интенсивность браконьерского изъятия омуля на путях нерестовых миграций. При сохранении данного положения никакие ограничения интенсивности промысла не приведут к улучшению ситуации с состоянием запасов данного вида.

Отмеченное снижение запасов омуля по сравнению с 90-ми годами, согласно проведенному анализу, достигло критического состояния, и находится ниже минимальной границы принятых эталонных оценок стабильного состояния запасов (см. таблицу 1).

Согласно представленным материалам по состоянию запасов омуля в 2016 - 2017 гг. и широкого обсуждения полученных результатов, в т.ч. с привлечением экспертов головного специализированного НИИ в области оценки состояния запасов водных биоресурсов (Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии, г. Москва) принято административное решение о введении запретительных мер в отношении промысла байкальского омуля, выразившееся в изменении

Правил рыболовства для Байкальского рыбохозяйственного бассейна (Приказ Минсельхоза России от 29.08.2017 № 450, документ зарегистрирован 18.09.2017 № 48234).

В результате, с 1 октября 2017 г. вступил в силу запрет на промышленный вылов омуля. Право ограниченного вылова, за исключением нерестового периода, осталось у представителей коренных малочисленных народов, которые проживают в двух районах на территории Республики Бурятия.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мишарин К.И. Байкальский омуль // Рыбы и рыбное хозяйство в бассейне озера Байкал. Иркутск, 1958. С. 130-287.
2. Смирнов В. В., Шумилов И. П., Омупи Байкала. Новосибирск, Наука, Сиб. отд-ние, 1974. 160 с.
3. Бабаян В.К. Предосторожный подход к оценке общего допустимого улова (ОДУ). М., Издательство ВНИРО, 2000 г., 190 с.
4. Gulland. J.A. Estimation of mortality rates. Ann. to Report Arctic Fishery Working Group ICES, С.М. 1965. Vol.3. 9 p.
5. Schumacher A. Bestimmung der Fischereilichen sterblichkeit beim Kabeljauenstand vor Westgronland // Ber. Dtsch.Komm. Meeresforsch. 1970.-21(1-4). PP .284-259.

ABOUT THE REASONS OF A BAN ON COMMERCIAL FISHING OF OMUL (*COREGONUS AUTUMNALIS MIGRATORIUS*, GEORGI) IN LAKE BAIKAL IN THE MODERN PERIOD

¹Sokolov Andrej Vladimirovich, Cand. Biol. Sci., Associate Professor

²Peterfeld Vladimir Avgustovich, Cand. Biol. Sci.

¹Kalininsrad State Technical University, Kaliningrad, Russia,
e-mail: sokolov@klgtu.ru

²Baikal branch of FGBNU "Gosrybtsentr", Ulan-Ude, Russia,
e-mail: bf-grc@yandex.ru

Baikal omul is the most significant commercial fish species in the lake Baikal. A retrospective assessment of the current state of its stock and its main structural and biological parameters are given. In this article is drawn the attention to the significant decrease of commercial catches of omul in the last half of decade which associated with a sharp decrease in the biomass of omul. Authors suppose that it is possible to achieve a critical state of stocks of this species, which in turn implies the necessity to ban the commercial fishing of this species.

**СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ОСНОВНЫЕ ЗАДАЧИ
ИЗУЧЕНИЯ ИХТИОФАУНЫ РЕКИ КРАСНОЙ –
ПАМЯТНИКА ПРИРОДЫ КАЛИНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ**

Тылик Константин Владимирович, доцент, канд. биол. наук

ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет»,
Калининград, Россия, e-mail: tylik@klgtu.ru

Сделан краткий обзор современного состояния изученности ихтиофауны, определены направления и задачи исследований рыбного населения р. Красной с учетом ее роли как объекта особо охраняемой зоны природного парка «Виштынецкий», который в перспективе может быть преобразован в биосферный заповедник; показано высокое биоразнообразие редких для региона видов рыб, изолированность от других рек бассейна, роль реки как рефугиума для хариуса, форели, быстрянки, подкаменичника, а также наличие рыб, обладающих биоиндикационными свойствами

Среди рек Калининградской области Красная занимает особое положение. Участок реки длиной 18-километров и её долина, расположенные в пределах хвойного лесного массива (Красный лес) от государственной границы до п. Токаревка в 1974 г. были объявлены особо охраняемой природной территорией - региональным памятником природы гидрологического профиля [1, 2]. В настоящее время, как памятник природы, р. Красная включена в особую охраняемую зону природного парка «Виштынецкий» - участки, предназначенные для использования в научных целях и выделяемые для обеспечения сохранения и восстановления редких и исчезающих видов животных и растений, а также иных биологических объектов, на территории зоны запрещена любая хозяйственная деятельность.

Река Красная протекает в северо-западном направлении по территориям двух государств Польши и Российской Федерации. Она берет начало в Польше на Вармийско-Мазурской возвышенности. Исток ее находится на территории Польши в месте слияния рек Блюдзя и Блендзянка в ландшафтном парке «Пуца Роминска» на Вармийско-Мазурской возвышенности. Устье реки лежит на территории России в месте впадения в реку Писсу в г. Гусеве по ее левому берегу. Река протекает по Виштынецкому озерному району [3]. Ее длина составляет 83 км, (на территории Калининградской области - 56 км). По морфологическим параметрам р. Красная относится к малым рекам. Среднегодовой сток - 7,57 л/сек с 1 км² [4].

Геоморфологические, ландшафтные и гидрологические особенности р. Красной позволяют характеризовать ее как предгорную с довольно хорошо выраженной продольной зональностью по эколого-гидрологическим характеристикам на зоны: креналь, ритраль и потамаль. Эта река выполняет средообразующую роль, а также является характерным водным объектом с высоким уровнем биоразнообразия.

Цель данной работы — дать краткий обзор современного состояния изученности и определить направления и задачи исследований рыбного населения р. Красной с учетом возрастающего значения природоохранной функции после включения ее в особо охраняемую зону природного парка «Виштынецкий», который в перспективе может быть преобразован в биосферный заповедник.

Ихтиофауна является важным компонентом уникальной для региона экосистемы р. Красной, но данных о ней в литературе чрезвычайно мало, в связи со слабой изучен-

ностью малых рек. До последнего времени были в основном обзорные географо-краеведческие работы, затрагивающие ихтиофауну этой реки лишь косвенно [2, 5]. В них сообщается о 14 обитающих здесь видах рыб без какой-либо их характеристики. Информация по таким видам, как быстрянка, ручьевая минога, девятииглая колюшка вообще отсутствовала. Специальные ихтиологические исследования начаты только в 2018 г.

Слабо изучены и гидрологические особенности р. Красной как среды обитания рыб. Данные по гидрографии реки содержатся в государственном водном реестре России. Некоторая информация по характерным уровням, гидрологическому, термическому и ледовому режимам имеется в Государственном водном кадастре [4]. Однако в настоящее время единственный на реке гидрологический пост в створе п. Токаревка закрыт. Общая информация о реке содержится в основном в обзорных географо-краеведческих работах о природных ресурсах региона [6]. Только в 2017 г. были проведены исследования качества воды р. Красной после окончанием туристического сезона [7].

В пресноводных водоемах Калининградской области встречается около 50 видов рыб. Из них в реках представлено более 30 видов, относящихся к различным фаунистическим комплексам и экологическим группам [8,9,10]. В р. Красной, по имеющимся данным, обитает 14-16 видов рыб. Несколько обедненный состав ихтиофауны объясняется зарегулированием нижнего течения реки двумя плотинами. Верхняя из них находится в п. Липово, нижняя – в г. Гусеве. Эти плотины препятствуют миграциям р. Красную рыб из бассейнов р. Писсы и Преголи. Поэтому в реке отсутствуют такие мигрирующие виды как кумжа, речная минога и др.

В систематическом отношении рыбы и круглоротые представлены видами из 9 семейств: Миноговые (Petromyzontidae) - ручьевая минога *Lampetra planeri*; Карповые (Cyprinidae): быстрянка *Alburnoides bipunctatus*, усач *Barbus barbus*, пескарь *Gobio gobio*, верховка *Leucaspius delineates*, голавль *Leuciscus cephalus*, гольян обыкновенный *Phoxinus phoxinus*, плотва *Rutilus rutilus*; Балиторы (Balitoridae) – усатый голец *Barbatula barbatula*; Лососевые (Salmonidae) - ручьевая форель *Salmo trutta trutta morpha fario*; Хариусовые (Thymalidae) – хариус *Thymallus thymallus*; Щуковые (Esocidae) - щука *Esox lucius*; Окунёвые (Percidae) - окунь *Perca fluviatilis*; Колюшковые (Gasterosteidae) - девятииглая колюшка *Pungitius pungitius*; Рогатковые (Cottidae) - обыкновенный подкаменщик *Cottus gobio*.

Присутствие в реке европейского угря *Anguilla anguilla* вызывает сомнение в связи с зарегулированием нижнего течения реки двумя плотинами, что затрудняет миграцию в р. Красную угря, совершающего нагульную миграцию из моря вверх по течению.

В зоогеографическом плане бореально-равнинный комплекс рыб представлен такими экологически пластичными общепресноводными видами как плотва, окунь, щука. В верхнем и среднем течении реки обитают представители бореально-предгорного комплекса: бычок-подкаменщик, гольян, голец, ручьевая форель. Представитель понтокаспийского пресноводного комплекса - верховка также приспособилась к жизни, на участках с подходящими условиями, преимущественно в среднем течении реки.

В целом видовое разнообразие ихтиофауны р. Красной возрастает от верховьев к устью реки. При этом происходит смена их видового состава и экологических групп. Распределение рыб соответствует определенным участкам рек, к которым приурочено местообитание их определенных групп: эфиритраль и метаритраль - участок форели и других реофильных видов: гольяна, гольца, бычка-подкаменщика, что объясняется относительно высокими скоростями течения и наличием каменистых грунтов, благоприятными возможностями для нереста литофильных рыб. Гипоритраль - участок ха-

риуса, эпипотамаль – усача. Нижнее течение реки - метапотамаль – место обитания общепресноводных представителей бореального равнинного комплекса: окуня, плотвы, голавля и др.

Из рыб, занесенных в Красную книгу Калининградской области, в р. Красной обитает обыкновенный подкаменщик (категория 3 – редкий вид) [11]. В реке встречается ряд видов, рекомендуемых к занесению в Красную книгу Калининградской области: европейский хариус, усач, ручьевая минога. Необходимо отметить что, хариус как типичная пресноводная речная рыба, обитающая в чистых, богатых кислородом водах, выше и ниже перекатов представлен в Калининградской области единственной популяцией именно в р. Красной.

В ихтиофауне р. Красной нужно отметить группу видов, обладающих биоиндикационными свойствами к чистоте воды по сапробиологической классификации. В первую очередь это особо чувствительный к качеству воды и не переносящий даже незначительного загрязнения – бычок-подкаменщик. Он является ксено-олигосапробным видом. Почти такой же высокой чувствительностью обладают олигосапробные виды: голянь, быстрянка, ручьевая минога, хариус.

Таким образом, ихтиофауна р. Красной обладает целым рядом специфических черт, определяющих ее уникальный характер и большую экологическую роль в природном комплексе «Роминтенская пуща»:

- высокое биоразнообразие редких для региона видов рыб;
- изолированность от других рек бассейна в результате зарегулирования нижнего течения, что позволяет рассматривать р. Красную с точки зрения рефугиума для хариуса, форели, быстрянки, подкаменщика и других видов;
- некоторые обитающие здесь рыбы, обладают биоиндикационными свойствами, позволяющими вести наблюдения за сукцессионными изменениями в экосистеме реки.

С целью сохранения экологической роли р. Красной и биологического разнообразия ихтиофауны представляется необходимым организовать наблюдения по следующим направлениям:

- состояние биоразнообразия ихтиофауны;
- мониторинг редких и особо охраняемых видов рыб и круглоротых согласно списку Красной книги Калининградской области;
- мониторинг форм и интенсивности антропогенного воздействия, в том числе туристическо-экскурсионной (состояние прибрежной водоохранной зоны) и рекреационной нагрузки на ихтиофауну (спортивное и любительское рыболовство).

В соответствии с этими направлениями по отношению к ихтиофауне р. Красной необходимо решение следующих задач исследования:

1. Оценка современного состояния популяций круглоротых и рыб;
2. Биотопическое распределение ихтиофауны с учетом эколого-гидрологических характеристик и сезонной динамики гидрологического режима;
3. Структурно-функциональные особенности рыбного населения;
4. Особенности питания рыб и трофической структуры рыбного населения;
5. Возможности использования биоиндикационных свойств рыб для мониторинга качества среды их обитания;
6. Значение р. Красной как рефугиума для редких, малочисленных и особо охраняемых видов рыб и круглоротых Калининградской области;

Выполнение этих задач возможно в результате комплексного изучения как гидробиологических показателей, так и гидрологического режима реки так, как сохранение естественного гидрологического режима рек является важнейшим фактором поддержания разнообразия лотических экосистем.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Памятники природы и другие особо охраняемые природные территории Калининградской области Калининград: Янтарный сказ, 1999. С.69-83.
2. Природа Калининградской области. Ключевые природные комплексы. – Калининград: Исток, 2014. 192 с.
3. Географический атлас Калининградской области / Гл. редактор Орленок В. В. - Калининград: Изд-во КГУ; ЦНИТ, 2002. 276 с.
4. Государственный водный кадастр (Справочное издание). Многолетние данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши. Л.: Гидрометеиздат, 1988. т.1, вып.4 - 88с.
5. Схема охраны природы в Калининградской области / под ред. Цыбина Ю.А.. – Калининград: TENAX MEDIA, 2004. 136 с.
6. Маркова Л.Л. Реки / Калининградская область: Очерки природы. Калининград: Янтарный сказ, 1999. С.69-83.
7. Цветкова Н. Н., Берникова Т. А., Шibaев С. В. Оценка качества воды основных водных объектов природного парка «Виштынецкий» после окончания туристического сезона / Цветкова Н. Н., Берникова Т. А., Шibaев С. В. // Известия Калининградского государственного технического университета. 2018. № 49. С. 32-42.
8. Тылик К.В. Состояние популяций редких и исчезающих видов рыб Калининградской области Регион. конф. Калининград 1996
9. Тылик К.В. Ихтиофауна Калининградской области. Калининград: Изд-во КГТУ, 2003. 128 с.
10. Тылик К.В. Рыбы трансграничных водоемов России и Литвы - Калининград: Изд-во ФГОУ ВПО КГТУ, 2007. 128 с.
11. Красная книга Калининградской области / коллектив авторов; под ред. В.П. Дедкова, Г.В. Гришанова. Калининград: Изд-во РГУ им. И. Канта, 2010. 333 с.

CURRENT STATUS AND MAIN TASKS OF THE STUDY ICHTHYOFAUNA RED RIVER - NATURAL PROTECTED OBJECT KALININGRAD REGION

Tylik Konstantin Vladimirovich Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of the Department of Ichthyology and Ecology

Kaliningrad State Technical University, Kaliningrad, Russia, e-mail: tylik@klgtu.ru

A short survey of the current state of the study of the ichthyofauna was made, the directions and tasks of studies of the fish population of the Red river were determined, taking into account its role as an object of the specially protected zone of the Vishtynetsky Nature Park, which in the future can be transformed into a biosphere reserve; high biodiversity of rare for the region fish species, isolation from other river basins, the role of the river as a refuge for grayling, trout, rifle minnow, and bull, as well as the presence of fish with bioindication properties.

**ПОЛИМОРФИЗМ И ЕСТЕСТВЕННЫЙ ОТБОР В ГЕНАХ ГЛАВНОГО
КОМПЛЕКСА ТКАНЕВОЙ СОВМЕСТИМОСТИ (МНС)
НЕРКИ П-ВА КАМЧАТКА**

Хрусталева Анастасия Михайловна, канд. биол. наук, ведущий научный сотрудник

Углова Татьяна Юрьевна, младший научный сотрудник

Кловач Наталия Владимировна, д-р биол. наук, заведующий лабораторией

ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии», Москва, Россия, e-mail: mailfed@mail.ru

В настоящей работе приведены результаты исследования внутривидовой структуры нерки двух крупнейших популяций азиатского побережья Тихого океана, воспроизводящихся в бассейнах рек Озерная и Камчатка, по данным анализа полиморфизма главного комплекса тканевой совместимости класса II (МНСII) по однонуклеотидным заменам в структуре ДНК (SNP). Выявлены абиотические и биотические факторы среды, определяющие дифференциацию субпопуляций нерки бассейна р. Камчатка по анализируемым иммунным маркерам

Введение

Нерка (*Oncorhynchus nerka*) является ценным промысловым видом из рода тихоокеанских лососей, для которых характерны более или менее выраженная филопатрия (привязанность к местам рождения), анадромность (заход в реки на нерест) и моноцикличность (100% гибель после нереста). Нерка широко распространена на территории Дальнего Востока России. Наиболее крупные стада, обеспечивающие более 95% отечественного вылова нерки, воспроизводятся на Камчатке, где она особенно многочисленна в бассейнах р. Озерной (численность популяции оз. Курильское составляет более 70% от численности всей азиатской нерки) и р. Камчатки (второе по численности на азиатском побережье Тихого океана стадо нерки, в отдельные годы занимающее и первое место) [1]. Популяционная структура нерки чрезвычайно сложна и имеет свойства древовидной иерархически организованной системы. Изолированные локальные популяции отдельных рек чаще всего подразделены на сезонные расы, те в свою очередь – на субпопуляции и экотипы. Структура ветвится вплоть до малых группировок, воспроизводящихся на отдельных нерестилищах, также относительно изолированных друг от друга. Высокая степень изоляции популяций и внутривидовых форм у нерки поддерживается за счет выраженного хоминга или инстинкта возврата к местам рождения.

Целью данной работы было изучение внутривидовой структуры нерки двух крупнейших стад азиатского побережья Тихого океана, рек Озерной и Камчатки, с использованием ДНК-маркера с адаптивной нагрузкой. В качестве такого маркера нами был выбран ген, входящий в состав генов главного комплекса гистосовместимости класса II (в англоязычной литературе – major histocompatibility complex class II, МНСII), отвечающего за иммунный ответ организма на воздействие внеклеточных патогенов и паразитов (грибковой, бактериальной или иной природы), а его изменчивость оценивалась с помощью анализа полиморфизма ДНК по однонуклеотидным заменам (в англоязычной литературе – single nucleotide polymorphism, SNP).

Локусы SNP *MHC2_109*, *MHC2_190v2* и *MHC2_251v2*, выбранные нами для анализа, расположены в гене *Onne-DAB*, кодирующем β -цепь молекулы МНС класса II. Первые два расположены в позициях 109 и 190 экзона 1, кодирующего наиболее вариабельный N-концевой домен $\beta 1$ -цепи пептид-связывающего региона, третий – на расстоянии 61 н.п. от *MHC2_190v2* в интроне.

Материал и методики

Материал собирали в 2003-2004 гг. в устьях рек Озерная и Камчатка, а также в оз. Азабачье (нижнее течение р. Камчатка) (рис. 1). Тотальную ДНК выделяли из фрагментов печени и плавника, фиксированных в 96% этаноле, стандартными методами [2]. Детекцию полиморфизма SNP-локусов проводили методом аллель-специфической ПЦР [3].

В работе представлены, как оригинальные данные, так и проанализированы открытые данные д-ра К. Хабичта с соавторами [4], по частотам фенотипов объединенного локуса *MHC2_190v2*–*MHC2_251v2* в выборках, собранных на различных нерестилищах (литоральных и речных) и в разное время в бассейне оз. Курильское (р. Озерная) и в притоках среднего и верхнего течения р. Камчатки (рис.1).

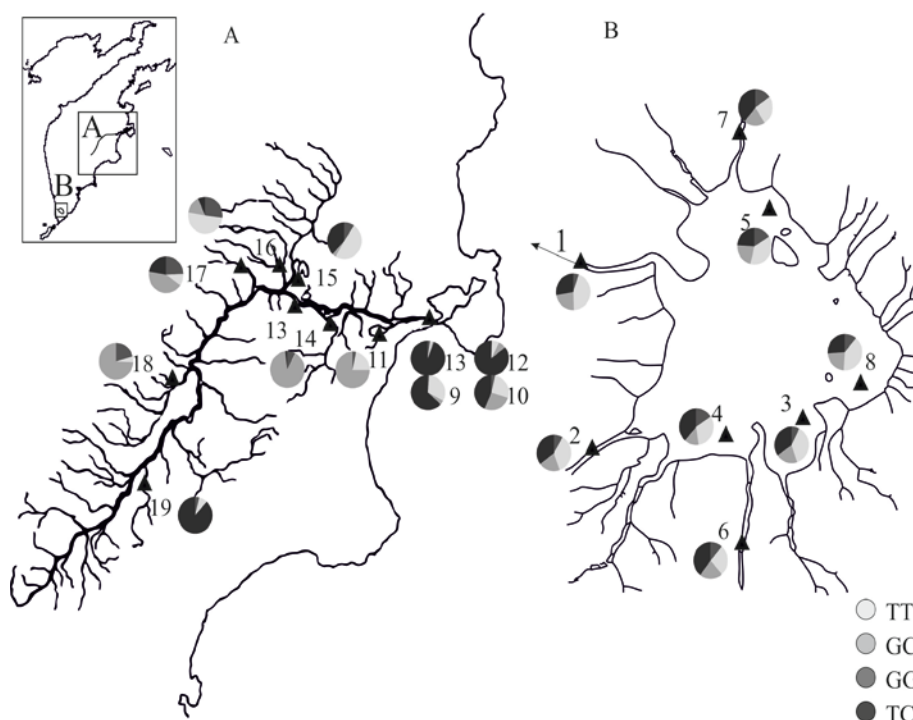


Рис. 1. Карта-схема района сбора материала и географическое распределение частот гаплотипов объединенного локуса МНС2 нерки в бассейнах р. Камчатка (А) и оз. Курильское (В). 1 – р. Озерная (устье) (КО), 2 – р. Этамынк (КОет), 3 – Бух. Гаврюшка (КОгав), 4 – Бух. Хакыцин (КОhak), 5 – Бух. Северная Дальняя (КОsev), 6 – р. Кирушутк (КОkir), 7 – р. Выченкия (КОВуч), 8 – бух. Оладочная (КОol), 9 – р. Камчатка (устье, основное русло) (КК1–04), 10 – р. Камчатка (устье) (ККе–05), 11 – оз. Азабачье, р. Бушуева (ККа), 12 – р. Камчатка (устье) (ККе–98), 13 – р. Камчатка (р–н п. Ключи) (КК1–98), 14 – р. Белая (ККbel), 15 – р. Двуроточная (ККdv), 16 – р. Еловка (ККel), 17 – р. Хапица (ККhap), 18 – р. Китильгина (ККkit), 19 – р. Козыревка (ККkoz).

Использовали стандартные методы статистической обработки данных генетического анализа, изложенные в работе [5].

Результаты и обсуждение

Локусы *MHC2_190v2* и *MHC2_251v2* были полиморфны во всех исследуемых выборках. *MHC2_109* был фиксирован по одному из аллелей в выборках из бассейна р. Камчатка, кроме того неравновесие по сцеплению выявлено по результатам соответствующих тестов между ним и *MHC2_251v2* в выборках из устья р. Озерная. Таким образом, данный локус представляется малоинформативным для исследования внутривидовой дифференциации нерки рек Озерная и Камчатка и исключен из дальнейшего анализа.

По результатам анализа изменчивости локусов *MHC2_190v2* и *MHC2_251v2* в выборках из двух наиболее значимых для воспроизводства азиатской нерки озерно-речных систем п-ва Камчатка прослеживаются различия в характере их наследования и степени их полиморфизма в исследуемых бассейнах рек. Так, если в р. Камчатка в большинстве выборок наблюдалось неравновесие по сцеплению данных локусов, то в бассейне оз. Курильского сцепленное наследование локусов выявлено лишь в двух выборках ранней реофильной нерки из рек Кирушутк и Выченкия. Исходя из полученных противоречивых данных о характере наследования локусов *MHC2_190v2* и *MHC2_251v2* в дальнейшем будем анализировать их как отдельно, так и, объединяя их аллельные варианты в 4 мульти-ОНП «гаплотипа» (GC, GT, TC, TT), т.е. как один мультиаллельный локус (*MHC2*).

Распределения частот гаплотипов локуса *MHC2* в бассейнах рек Озерная и Камчатка представлены на рисунке 1. По рисунку хорошо прослеживается с одной стороны сходство выборок из р. Озерная, с другой - мозаичное распределение частот гаплотипов в бассейне р. Камчатка, что подтверждается соответствующими статистическими тестами. Так, между выборками, собранными на речных и озерных нерестилищах в разное время в бассейне р. Озерная, значимой гетерогенности частот гаплотипов локуса *MHC2* обнаружено не было. В бассейне р. Камчатка, напротив, обнаружены значимые различия по гаплотипическим частотам локуса *MHC2* между выборками из различных притоков нижнего, среднего и верхнего течения.

Оценки внутривидового разнообразия для обоих локусов были заметно выше в выборках из р. Озерная. Кроме того, почти в половине выборок из данной озерно-речной системы отмечен избыток гетерозигот по обоим локусам, в то время как в бассейне р. Камчатка в выборках в основном наблюдался дефицит гетерозигот по анализируемым локусам. Данное обстоятельство, а также низкие оценки генетической дифференциации популяций из бассейна р. Озерная свидетельствуют в пользу предположения о действии стабилизирующего отбора по локусам *MHC2_190v2* и *MHC2_251v2* в данной озерно-речной системе. Тесты на нейтральность Ивенса-Ваттерсона также указывают на высокую вероятность балансирующего отбора по исследуемому гену МНС класса II в популяции озерновской нерки. В то же время чрезвычайно высокие оценки межпопуляционной дифференциации, свойственные выборкам из р. Камчатка, скорее всего, являются следствием воздействия направленного отбора в разных локальностях данного речного бассейна, что подтверждается тестами на нейтральность. Однако, наряду с этим тесты Ивенса-Ваттерсона выявили действие балансирующего отбора в выборках из рек среднего течения в районе Камаковской низменности (реки Еловка, Двухъярточная и Белая).

По диаграмме многомерного шкалирования (MDS-диаграмме), построенной по хордовым генетическим дистанциям Кавалли-Сфорца хорошо заметны сходство выборок из бассейна р. Озерная, образующих плотный центральный кластер, и большой разброс точек, соответствующих выборкам из бассейна р. Камчатка (рис. 2).

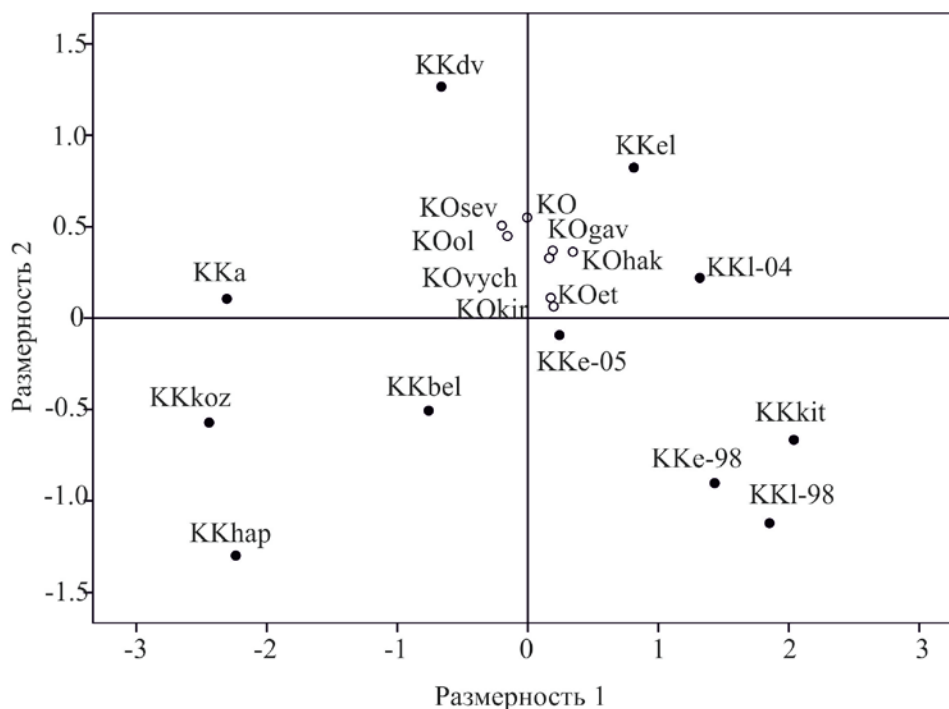


Рис. 2. Диаграмма многомерного шкалирования (MDS), построенная по хордовым генетическим дистанциям Кавалли-Сфорца, для выборок нерки из бассейнов рек Камчатка и Озерная. Обозначения выборок как в подписи к рис. 1.

Высокий полиморфизм генов МНСII поддерживается за счет патоген-индуцируемого отбора и напрямую связан с разнообразием, вирулентностью и распространением инфекционных агентов различного происхождения от бактериальных и вирусных возбудителей до гельминтов. Очевидно, что в таком протяженном и разветвленном речном бассейне как бассейн р. Камчатка со множеством изолированных нерестово-нагульных озер может наблюдаться варьирование патогенной нагрузки по его притокам, озерам и отдельным районам. Неравномерное распределение паразитов и патогенов по обширному бассейну данной реки приводит к возникновению различных локальных адаптаций особей из разных частей данной озерно-речной системы, что нашло отражение в высокой дифференциации выборок из притоков верхнего, среднего и нижнего течения реки.

В отличие от нерки р. Камчатка, нерест и нагул которой рассредоточены по притокам и озерам бассейна реки, воспроизводство нерки р. Озерная сосредоточено в основном в бассейне одного оз. Курильского [1]. Выявленный в популяциях оз. Курильское балансирующий отбор по локусу *MHC2*, очевидно, обусловлен присутствием нескольких патогенов в данной озерно-речной системе, а также их равномерным распределением в бассейне озера, в котором почти вся молодежь данного стада проводит 2 года до ската в море. В частности, в работе Сергеенко с соавторами [6] отмечено, что для молодежи нерки из данного водоема свойственен чрезвычайно высокий уровень инвазии личинками цестод рода *Diphyllobothrium* и нематодами *Philonema oncorhynchi*.

Если более подробно рассмотреть изменчивость гена *Onne-DAB*, кодирующего β -цепь молекулы МНСII, по однонуклеотидным заменам в бассейне р. Камчатка, то можно обнаружить ряд интересных закономерностей. Прежде всего, для их выяснения был проведен анализ главных компонент (PCA), позволяющий выявить скрытые (не поддающиеся непосредственному измерению) факторы (компоненты изменчивости), объясняющие взаимообусловленность некоторых из признаков в анализируемых вы-

борках. В качестве признаков в PCA были использованы следующие характеристики: частоты генотипов локуса *MHC2*, аллельное разнообразие n_a (среднее число аллелей на локус, скорректированное на минимальный объем выборки) и наблюдаемая гетерозиготность H_o . По результатам PCA были выделены две главные компоненты, обуславливающие в сумме 72% общей изменчивости генетических признаков. Расположение выборок в пространстве извлеченных факторов представлено на рисунке 3а. По рисунку видно, что если по первой компоненте отделяются выборки из рек Двухъярточная и Еловка, то по второй прослеживается удовлетворительная связь координаты выборки с удаленностью соответствующего притока от устья реки. В пространстве двух первых главных компонент выборки объединились в три группы: выборки рек Еловка и Двухъярточная, гетерогенная группа выборок из притоков нижнего и среднего течения реки и обособленная от двух других групп выборка из р. Китильгина. Результаты PCA в целом хорошо согласуются с картиной дифференциации выборок, выявляемой с помощью иерархического анализа молекулярной дисперсии (AMOVA) в различных вариантах объединения выборок по географическому принципу, и результатами многомерного шкалирования (MDS).

Как известно, популяция р. Камчатка характеризуется чрезвычайно сложной пространственной структурой, исследования которой были проведены в конце прошлого века В.Ф. Бугаевым [1]. Автором на основании анализа морфологии чешуи молоди и производителей нерки, зараженности особей плероцеркоидами *Diphyllbothrium* sp., а также данных о росте и миграциях молоди в бассейне р. Камчатки были выделены локальные стада/группировки локальных стад второго порядка. В частности, в верхнем течении реки воспроизводятся группировки С и В, первая представлена в основном ранней сезонной расой, молодь данной группы скатывается сеголетками, вторая – поздней, причем молодь группы В зимует на нерестилищах и скатывается в возрасте 1+. Среднее и нижнее течение реки, а также бассейн р. Козыревка, занимает группировка Е, молодь которой скатывается из рек и ручьев сеголетками и нагуливается до ската в море в оз. Азабачье в течение года. В бассейне оз. Азабачье, по мнению автора, воспроизводится локальное стадо второго порядка А, особенностью которого является продолжительный пресноводный нагул молоди в озере в течение двух лет.

По оценкам генетических дистанций (MDS), результатам AMOVA-теста и PCA выявлена подразделенность нерки р. Камчатка на три группы: первая включает выборки из притоков нижнего (р. Бушуева, оз. Азабачье) и среднего течения (реки Хапица, Белая и Козыревка), вторая объединяет выборки из бассейна р. Еловка (р. Еловка, р. Двухъярточная) и третья представлена единственной выборкой из верхнего течения реки (р. Китильгина). Обращает на себя внимание, что выявленная структура не вполне соответствует пространственной организации нерки данной озерно-речной системы, предложенной В.Ф. Бугаевым [1], более того не обнаружено корреляции между генетическими и географическими дистанциями, а распределение частот фенотипов локуса *MHC2* в системе притоков р. Камчатка имело скорее мозаичный характер.

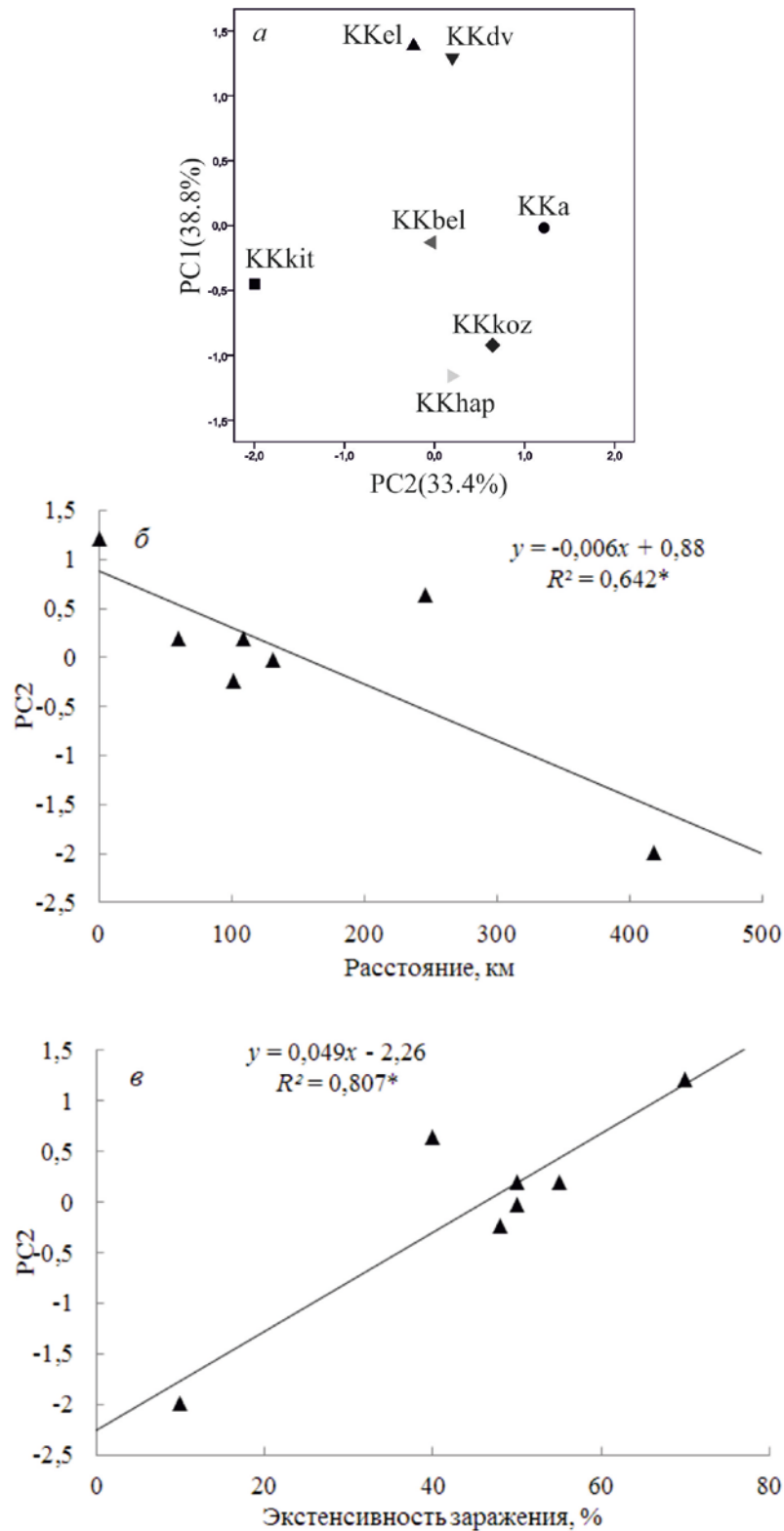


Рис. 3. Диаграмма расположения выборок нерки из бассейна р. Камчатка в пространстве двух первых главных компонент изменчивости локуса МНС2 (а); зависимости значения второй главной компоненты (PC2) от удаленности соответствующего притока от протоки Азабачьей (б) и значения второй главной компоненты (PC2) от экстенсивности заражения рыб из обследованных притоков плероцеркоидами *Diphyllbothrium* sp. (в). Обозначения выборок как в подписи к рис.1.

Выраженной клинальной изменчивости частот отдельных гаплотипов локуса *MHC2* или оценок генетического разнообразия (n_a и H_o) в популяциях нерки в зависимости от удаленности обследованных притоков от устья реки не обнаружено (корреляции между соответствующими генетическими показателями и расстояниями, измеренными вдоль основного русла р. Камчатки были не значимы). Однако по результатам факторного анализа по второй главной компоненте (PC2), обуславливающей 33.4% общей дисперсии исходных генетических признаков, прослеживалась высокосignифицирующая отрицательная связь между ее значениями и расстояниями от протоки Азабачьей (оз. Азабачье было выбрано в качестве реперной точки, т.к. расположено недалеко от устья р. Камчатка и является нагульным водоемом для молоди из многих ее притоков) до мест впадения соответствующих притоков, измеренными вдоль русла реки (рис. 3б). Логично предположить, что, если исключить ведущую роль нейтральных процессов в формировании разнообразия локуса *MHC2*, в бассейне р. Камчатка в направлении от истока к устью существует градиент некоторого фактора, определяющего его изменчивость. Таким фактором может быть, к примеру, распространение некоего патогена, превалентность которого изменяется от верхних участков к нижним. По наблюдениям В.Ф. Бугаева [1] в бассейне р. Камчатка в выделенных им группировках локальных стад второго порядка от верховий реки до протоки Азабачьей отмечалось увеличение экстенсивности заражения производителей нерки лентецами рода *Diphyllbothrium*, связанное, по мнению автора, с возрастанием доли рыб планктофагов, нагул которых до ската в море происходит в оз. Азабачье, где молодь оказывается в массе заражена плероцеркоидами, питаясь некоторыми видами копепод. Поскольку комплекс генов МНС класса II участвует в распознавании широкого спектра экстрацеллюлярных патогенов, включая гельминтов, вполне вероятно, что некоторые последовательности пептидсвязывающего региона молекулы МНС могут отвечать за устойчивость рыб к *Diphyllbothrium* sp. Нами обнаружена высокодостоверная корреляция между значениями второй главной компоненты (PC2) и зараженностью рыб из обследованных притоков плероцеркоидами *Diphyllbothrium* sp. (для нерки из р. Двухьюрточная использованы средние значения встречаемости зараженных рыб по бассейну р. Еловка, а не по оз. Двухьюрточное, см. выше) (рис. 3в). Однако выделить конкретный фенотип или аллель, отвечающие за устойчивость к данному типу паразитов, по результатам настоящей работы не представляется возможным, для этого потребуются более детальные и систематические исследования.

В заключение отметим, что выявленная нами тенденция изменчивости локуса *MHC2* в зависимости от разного процентного содержания зараженных рыб в различных группировках второго порядка в бассейне р. Камчатка, в связи с их миграцией в озеро и нагулом части молоди в пелагиали оз. Азабачье, может быть обусловлена не только цестодами, по которым у нас имеются количественные данные, но и другими видами паразитов, распространенных в озере. К примеру, для молоди нерки из оз. Азабачье характерна высокая степень зараженности миксоспоридиями р. *Myxobolus* [7], которая также как и экстенсивность инвазии плероцеркоидами *Diphyllbothrium* sp. напрямую коррелирует с продолжительностью ее нагула в озере.

Авторы выражают искреннюю признательность д-ру Дж. Е. Сибу (School of Aquatic & Fishery Sciences, University of Washington, Seattle) за всестороннюю помощь и предоставление данных о последовательностях ДНК, депонированных в Генбанке, а также д.б.н. В.Ф. Бугаеву (КамчатНИРО) за участие в сборе материала нерки р. Камчатка. Работа поддержана грантом РФФИ № 17-04-00668⁰-А.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бугаев В.Ф. Азиатская нерка (пресноводный период жизни, структура локальных стад, динамика численности). М.: Колос, 1995. 464 с.
2. Молекулярное клонирование / Т.Маниатис, Э.Фрич, Д.Сэмбрук. М.: Мир, 1984. 480 с.
3. Сравнительный анализ изменчивости STR и SNP локусов в популяциях нерки (*Oncorhynchus nerka*) восточной и западной Камчатки / А.М. Хрусталева, А.А. Волков, Д.С. Стоклицкая, Н.С. Мюге, Д.А. Зеленина // Генетика. 2010. Т. 46. № 11. С. 1544-1555.
4. Summer–Fall Distribution of Stocks of Immature Sockeye Salmon in the Bering Sea as Revealed by Single-Nucleotide Polymorphisms / С. Habicht, L.W. Seeb, K.W. Myers et al. // Trans. Amer. Fish. Soc. 2010. V. 139(4). P. 1171-1191.
5. Генетическое разнообразие и популяционная структура нерки азиатского побережья Тихого океана / А.М. Хрусталева, Н.В. Кловач, Дж.Е. Сиб // Генетика. 2017. Т. 53. № 10. С. 1196-1207.
6. Видовой состав патогенов и их распространение у нерки в нагульно-нерестовых озерах Камчатки / Н.В. Сергеевко, Т.В. Гаврюсева, Е.А. Устименко и др. // Исследования водных биологических ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана. 2013. Вып. 29. С. 137-147.
7. Коновалов С. М.. Популяционная биология тихоокеанских лососей. М.: Наука, 1980. 237 с.

POLYMORPHISM AND NATURAL SELECTION IN GENES OF MAJOR HISTOCOMPATIBILITY COMPLEX (MHC) OF SOCKEYE SALMON FROM KAMCHATKA PENINSULA

Khrustaleva Anastasia Mikhailovna, Ph.D., leading researcher

Uglova Tat'yana Yur'yevna, junior researcher

Klovach Natalia Vladimirovna, doctor of biological sciences, head of laboratory

Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography, Moscow, Russia,
e-mail: mailfed@mail.ru

This paper represents the results of a study of sockeye salmon intrapopulation structure of the two largest Asian Pacific coast populations, reproduced in the Ozernaya River and Kamchatka River basins, inferred from data on SNP variability in the class II histocompatibility complex (MHCII). Biotic and abiotic factors determining subpopulations differentiation in the Kamchatka River basin were revealed.

МОНИТОРИНГ ПОКАЗАТЕЛЕЙ БЕЗОПАСНОСТИ САРДИНЫ ИВАСИ

Чупикова Елена Станиславовна, канд. техн. наук
Ткаченко Светлана Александровна, инженер
Борисенко Галина Сергеевна, научный сотрудник
Ковековдова Лидия Тихоновна, д-р биол. наук
Попков Александр Анатольевич, главный химик

ФГБНУ «Тихоокеанский научно-исследовательский рыбохозяйственный центр»,
Владивосток, Россия, e-mail: tinro@tinro-center.ru

Цель работы состояла в исследовании опасных для здоровья человека контаминантов в сардине иваси «нового воспроизводства» в рамках реализации программы государственного мониторинга водных биоресурсов, утвержденной приказом Росрыболовства № 1020 от 13 ноября 2009 г. В результате установлено, что показатели безопасности сардины иваси, добытой в Южно-Курильской промысловой зоне и в Тихоокеанской подзоне Северо-Курильской промысловой зоны в 2014-2017 гг. соответствуют современным требованиям и сардина иваси может быть использована в качестве сырья для производства пищевой продукции

Введение

Многие промысловые гидробионты обладают способностью сорбировать и аккумулировать различные вещества, в том числе токсичные, вредные для здоровья человека [1, 2]. Международные организации, в частности Всемирная организация здравоохранения и Продовольственная и сельскохозяйственная организация ООН в рамках совместной программы разрабатывают стандарты по нормированию содержания опасных веществ в пищевой продукции.

В Российской Федерации осуществляют строгий контроль по недопущению попадания токсичных веществ в пищевые продукты, в том числе изготовленные из гидробионтов. Сбор информации о качестве водных биоресурсов и продуктов их переработки является частью государственного мониторинга окружающей среды и реализацией 42 статьи Федерального закона «О рыболовстве и сохранении водных биологических ресурсов». Показатели безопасности рыбы, как сырья для производства пищевой продукции, регламентируются санитарно-эпидемиологическими правилами и нормативами, а также вступившим в действие с 1 сентября 2017 г. техническим регламентом Евразийского экономического союза «О безопасности рыбы и рыбной продукции» (ТР ЕАЭС 040/2016) и техническим регламентом Таможенного союза «О безопасности пищевой продукции» (ТР ТС 021/2011). Эти основные нормативно-правовые акты устанавливают предельно допустимые уровни опасных для здоровья человека веществ, которые могут содержаться в рыбе и в отношении которых осуществляется постоянный контроль. Мониторинг водных биоресурсов особенно важен для дальневосточного бассейна, который является самым обширным по занимаемой территории и количеству морских водных акваторий, по видовому многообразию рыб и беспозвоночных, а также удельной доли вылова всех водных биоресурсов Российской Федерации.

Среди большего количества промысловых объектов, добываемых на дальневосточном бассейне, сардина иваси в последнее время занимает особое место. Дальневосточная сардина иваси *Sardinops melanosticta* известна своей способностью к значительным колебаниям численности. На протяжении последних 400 лет восемь раз её

численность резко возростала и через некоторый промежуток времени резко сокращалась. Последняя вспышка численности дальневосточной сардины иваси наблюдалась в 1970 - 1980 гг. В это время её вылов составлял более 5 млн т в год и эта рыба являлась основным объектом рыбного промысла в Японском море не только российского, но и иностранного флота. После чего сардина иваси появилась в наших морях и открытых водах северо-западной части Тихого океана лишь в 2015 году и в настоящее время объемы добычи этой рыбы увеличиваются и могут быть достаточно высокими в ближайшее время [3, 4].

Учитывая большой временной интервал отсутствия промысла сардины иваси российскими судами в наших водах и произошедшее в это время воздействие человека на среду ее обитания и нереста, мониторинг показателей безопасности сардины иваси как промыслового объекта особенно актуален. В связи с этим целью работы являлось исследование содержания опасных для здоровья человека контаминантов в сардине иваси в рамках реализации программы государственного мониторинга водных биоресурсов.

Материалы и методы

Объектом исследований являлась сардина дальневосточная (иваси) (*Sardinops melanosticta*), выловленная в Южно-Курильской промысловой зоне и в Тихоокеанской подзоне Северо-Курильской промысловой зоны в путины в 2014, 2015, 2016 и 2017 гг..

Подготовку гидробионтов к определению элементов осуществляли методом кислотной минерализации с использованием азотной кислоты согласно требованиям стандарта ГОСТ 26929-94.

Подготовку органов рыб к атомно-абсорбционному определению токсичных элементов проводили методом кислотной минерализации в соответствии с ГОСТ 29929-94. Измерение концентраций As, Cd, Pb проводилось на атомно-абсорбционном спектрофотометре «Shimadzu 6800» в графитовой кювете.

Ртуту в исследуемых образцах определяли беспламенным атомно-абсорбционной спектрофотометрией на прямом анализаторе ртути «Milestone» ДМА-80.

Для сравнения использовали рабочие стандартные образцы растворов металлов, внесённые в Государственный реестр средств измерений (ГСО). Относительная погрешность определения элементов составляла не более 10%.

Определение N-нитрозаминов устанавливали в соответствии с МУК 4.4.1.011-93.

Пестициды определяли методом газожидкостной хроматографии с электронозахватным детектором Agilent Technologies 7890A по МУК 2482-81.

Присутствие полихлорированных бифенилов устанавливали с помощью газожидкостной хроматографии с электронозахватным детектором Agilent Technologies 7890A согласно требованиям стандарта ГОСТ Р 53184-2008.

Радионуклиды цезия и стронция определяли радиохимическим методом после термического концентрирования пробы. Радионуклиды Cs-137 выделяли в виде сурьмяноидидной соли по МУК 4.3.2504-09. Радиохимическое выделение Sr-90 осуществляли по оксалатной методике в соответствии с МУК 4.3.25.03-09 с последующим измерением активности выделенных препаратов на малафоновой установке УМФ-2000.

Статистическая обработка результатов экспериментальных исследований включала определение средних значений величин и стандартной средней ошибки. Математическую обработку результатов проводили с использованием пакета Microsoft Excel 2000.

Результаты и обсуждение

В результате исследований установлено количественное содержание мышьяка, кадмия, ртути и свинца в сырой мышечной ткани сардины иваси, выловленной в Южно-Курильской промысловой зоне и в Тихоокеанской подзоне Северо-Курильской промысловой зоны в летнее-осенний период промысла в 2014 - 2017 гг. Средние концентрации токсичных элементов приведены в таблице 1.

Таблица 1

Средние концентрации мышьяка, кадмия, ртути и свинца в сырой мышечной ткани сардины иваси.

Наименование показателя	Содержание, мг/кг				Допустимый уровень, мг/кг
	2014год	2015год	2016год	2017год	
Мышьяк	0,56±0,04	0,50±0,03	0,28±0,02	0,82±0,09	5,0
Кадмий	0,004±0,001	0,008±0,001	0,003±0,001	0,004±0,001	0,2
Ртуть	0,028±0,001	0,026±0,002	0,030±0,002	0,029±0,001	0,5
Свинец	0,013±0,001	0,021±0,002	0,018±0,001	0,028±0,002	1,0

Мышьяк является одним из опасных контаминантов, содержание которого объединённая Комиссия Всемирной организацией здравоохранения и Продовольственной и сельскохозяйственной организацией ООН рекомендовала нормировать в пищевых продуктах. В природе мышьяк, являясь металлоидом, находится в неорганической форме. В биосфере в результате естественных метаболических процессов мышьяк встречается в пищевых продуктах в виде многочисленных органических или неорганических химических форм. По информации Комиссии Кодекса Алиментариус в морской среде можно часто обнаружить высокие концентрации мышьяка в органических формах - до 50 мг/кг мышьяка на сырую массу в некоторых морепродуктах, в том числе морских водорослях, рыбе, креветках и ракообразных. Наиболее токсичными формами мышьяка являются неорганические соединения мышьяка (III) и (V). Метилированные формы мышьяка характеризуются низкой острой токсичностью; арсенобетанин, который является основной формой содержания мышьяка в рыбе и ракообразных, считается нетоксичным [5]. Согласно санитарно-эпидемиологическим правилам и нормативам, а также техническому регламенту ТР ЕАЭС 021/2011 предельно-допустимый уровень содержания мышьяка в рыбе составляет 5 мг/кг. Данные мониторинга мышьяка в мышечной ткани сардины иваси (*Sardinops melanosticta*), выловленной в Южно-Курильской промысловой зоне и в Тихоокеанской подзоне Северо-Курильской промысловой зоны свидетельствуют, что его максимальная концентрация наблюдалась в 2017 году. Однако это количество сопоставимо с содержанием мышьяка в других промысловых гидробионах, например, в двусторчатых моллюсках из зал. Петра Великого, и значительно ниже допустимого уровня [1,6].

Токсичный элемент, уровень содержания которого регламентируется нормативными актами Российской Федерации и международным Кодексом Алиментариус, является кадмий. Кадмий, как правило, попадает в воздух, землю и воду в результате деятельности человека. Среди гидробионтов природными накопителями кадмия являются ракообразные и рыб. Повышенная концентрация кадмия наблюдается в печени и почках рыб [5]. Регулярное потребление соответствующих продуктов может привести к повышенному воздействию кадмия на человека. Мониторинг содержания кадмия в сардине иваси, выловленной в Южно-Курильской промысловой зоне и в Тихоокеанской подзоне Северо-Курильской промысловой зоны в путины 2014, 2015, 2016 и 2017 годах, показал, что уровень его содержания находился в пределах 0,003 - 0,008 мг/кг, что значительно ниже допустимого техническим регламентом значения и сопоставимо

с содержанием кадмия в других рыбах, например, в мышечной ткани минтая, добытого в Японском, Беринговом и Охотском морях [7].

Кроме мышьяка и кадмия нормируемым контаминантом, который может присутствовать в пищевых продуктах по естественным причинам, является ртуть. Она повсеместно встречается во всех компонентах природной среды. Подавляющая часть ртути находится в рассеянном состоянии, создавая природный глобальный геохимический фон, на который с той или иной степенью интенсивности и протяженности накладываются относительно локальные аномалии, вызванные влиянием месторождений (рудопоявлений) и некоторых видов человеческой деятельности. В среду обитания человека ртуть попадает в результате комплексного действия физико-химических и биохимических процессов. Наиболее токсичная форма ртути – метилртуть – образуется в водной среде и рыба является главным источником воздействия метилртути на человека [5]. Содержание ртути в рыбе, направляемой на производстве пищевой и кормовой продукции, регламентируется нормативно-правовыми актами Российской Федерации. Предельно допустимый уровень содержания общей ртути в мышечной ткани составляет 0,5 мг/кг. Мониторинг содержания ртути в сардине иваси, выловленной в Южно-Курильской промысловой зоне и в Тихоокеанской подзоне Северо-Курильской промысловой зоны в 2014, 2015, 2016 и 2017 годах, показал, что её количество в сырой мышечной ткани значительно ниже допустимого значения и сопоставимо с содержанием ртути в мышечной ткани других объектов промысла дальневосточных морей [7, 8].

Ещё одним токсичным элементом, нормируемым в рыбном сырье, является свинец. Длительное воздействие относительно низких концентраций свинца может приводить к поражению многих систем организма: кроветворной, нервной, сердечно - сосудистой, а также таких органов как печень и почки [5]. Мониторинг содержания свинца в сардине иваси показал, что его количество в мышцах рыбы составляло от 0,013 до 0,028 мг/кг, что значительно ниже допустимого уровня равного 1 мг/кг.

Таким образом, мониторинг токсичных элементов, рекомендованных странам к нормированию в пищевых продуктах Комиссией Кодекса Алиментариус, учрежденной Продовольственной и сельскохозяйственной организацией Объединенных Наций (ФАО) и Всемирной организацией здравоохранения (ВОЗ), показал, что в сардине иваси, выловленной в Южно-Курильской промысловой зоне и в Тихоокеанской подзоне Северо-Курильской промысловой зоны в путины 2014, 2015, 2016 и 2017 гг. их содержание значительно ниже предельно допустимых уровней.

В связи с событиями на АЭС «Фукусима -1» большое внимание уделялось мониторингу радиационного загрязнения водных биоресурсов. Известно, что авария не оказала существенного влияния на радиационное заражение сайры и других рыб, добываемых в этом районе [9]. Актуальность мониторинга содержания радиологических показателей рыбного сырья в этом районе остаётся. Исследования содержания радионуклидов цезия-137 и стронция-90 в сардине иваси, выловленной в Южно-Курильской промысловой зоне и в Тихоокеанской подзоне Северо-Курильской промысловой зоны в 2014, 2015, 2016 и 2017 гг., показали, что уровни содержания цезия -137 находились в пределах от 0,60 до 0,78 Бк/кг и стронция - 90 от 0,40 до 0,48 Бк/кг сырой массы. Полученная величина значительно ниже допустимых уровней радионуклидов по санитарным нормам Российской Федерации (130 Бк/кг для цезия-137 и 100 Бк/кг для стронция-90 соответственно) и соответствуют современным требованиям безопасности.

Кроме токсичных элементов и радионуклидов водные биологические ресурсы могут аккумулировать другие находящиеся в воде опасные для здоровья вещества, в том числе пестициды, нитрозамины и полихлорированные бифенилы [2]. Результаты исследования их содержания в сардине иваси, выловленной в Южно-Курильской про-

мысловой зоне и в Тихоокеанской подзоне Северо-Курильской промысловой зоны в разные годы даны в таблице 2.

Таблица 2

Данные мониторинга содержания пестицидов, нитрозаминов и полихлорированных бифенилов в мышцах сардины иваси

Наименование показателя		Содержание, мг/кг				Допустимый уровень, мг/кг
		2014год	2015год	2016год	2017год	
Пестициды	ГХЦГ (α, β, γ – изомеры)	н/о	н/о	н/о	н/о	0,2
	ДДТ и его метаболиты	< 0,01	< 0,01	0,0092±0,0006	0,0135±0,0004	0,2
	2,4 –D – кислота, её соли и эфиры	н/о	н/о	н/о	н/о	н/д
Нитрозамины (сумма НДМА и НДЭА)		н/о	н/о	н/о	н/о	0,003
Полихлорированные бифенилы (сумма изомеров ПХБ)		н/о	н/о	н/о	н/о	2,0

Мониторинг содержания пестицидов, нитрозаминов и полихлорированных бифенилов показал, что концентрации этих опасных для здоровья человека веществ в ткани рыбы значительно ниже допустимых уровней.

Таким образом, проведённые исследования показателей безопасности сардины иваси, добытой в Южно-Курильской промысловой зоне и в Тихоокеанской подзоне Северо-Курильской промысловой зоны в 2014, 2015, 2016 и 2017 годах, в рамках реализации программы государственного мониторинга водных биоресурсов, показали, что сардина иваси «нового воспроизводства» соответствует современным требованиям безопасности, установленным нормативно-правовыми актами Российской Федерации и может быть использована в качестве сырья для производства пищевой продукции, отвечающей современным требованиям безопасности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ковековдова Л.Т., Симоконь М.В. Оценка содержания металлов и мышьяка в донных отложениях и рыбах из рек бассейна залива Петра Великого (Японское море) // Известия ТИНРО. 2010. Т.160. С. 223-235.
2. Дубова О.Л., Бахолдина Л.П., Шендерюк В.В. Безопасность рыбной продукции в аспекте мониторинга хлорорганических соединений водных биологических ресурсов Балтийского региона // Вестник МГТУ. 2016. Т.19. №3. С. 617-624.
3. Зуенко Ю.И. Межгодовые изменения районов и сроков массового нереста сардины иваси в Японском море и их значение для воспроизводства сардины // Известия ТИНРО. 2011. Т. 166. С. 103-122.
4. Бочаров Л.Н., Байталюк А.А., Мельников И.В. Ресурсный потенциал отечественного рыболовства на Дальневосточном бассейне // Рыбное хозяйство. 2015. № 3. С. 64-69.
5. Codex Stan 193-1995*(1) «Общий стандарт по контаминантам и токсинам в пищевых продуктах и кормах».
6. Мышьяк и селен в промысловых гидробиотах прибрежных акваторий Приморья / Ковековдова Л.Т., Иваненко Н.В., Симоконь М.В., Щеглов В.В. // Известия ТИНРО. 2001. Т. 129. С. 3-8.

7. Ковековдова Л.Т. Микроэлементный состав органов и тканей минтая // Известия ТИНРО. 1992. Т. 114. С. 113-115.

8. Ковековдова, М.В. Симоконь Микроэлементный состав промысловых головоногих моллюсков: кальмаров и осьминога // Известия ТИНРО. 1999. Т. 125. С. 9 - 13.

9. Борисенко Г.С., Блинов Ю.Г., Филатов В.Н. Оценка радиационной обстановки в Южно-Курильском промысловом районе и степени воздействия радиационного заражения на тихоокеанскую сайру // Известия ТИНРО. 2015. Т. 182. С. 172-180.

MONITORING SAFETY OF JAPANESE SARDINESE

Chupikova Elena Stanislavovna, Ph.D.
Tkachenko Svetlana Aleksandrovna, engineer
Borisenko Galina Sergeevna, researcher
Kovekovdova Lydia Tikhonovna, D.Sc.
Popkov Alexander Anatolievich, chief chemist

Pacific Fisheries Research Center, Vladivostok, Russia, e-mail: tinro@tinro-center.ru

The aim of the work was to study dangerous contaminants in the japanese sardinese and of "new reproduction" within the framework of the state water monitoring program approved by order No. 1020 of the Russian Fishery Agency No. 1320 of November 13, 2009. As a result, - the danger of sardine from the south-Kuril fishing zone and the Pacific Quarter of the North Kuril fishing zone in 2014, 2015, 2016 and 2017 correspond to modern requirements and sardine may be used as a raw material for the production of food products.

УДК 639/2/3

К ВОПРОСУ О КОМПЕНСАЦИИ ВОЗМОЖНОГО УЩЕРБА, НАНОСИМОГО ВОДНЫМ БИОРЕСУРСАМ В ПРОЦЕССЕ ЭКСПЛУАТАЦИИ БАЛТИЙСКОЙ АЭС

¹Шибаяев Сергей Вадимович, д-р биол. наук, профессор

²Лунева Елена Владимировна, главный специалист по реализации капитальных проектов

³Шибаяев Леонид Вадимович, канд. биол. наук

¹ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет», Калининград, Россия, e-mail: shibaev@klgtu.ru

²Филиал АО «Концерн Росэнергоатом» по реализации капитальных проектов, г. Москва, Россия, e-mail: luneva100@yandex.ru

³ФГБУ «Главрыбвод», Калининградский филиал, Калининград, Россия, e-mail: shibaev.lv@gmail.com

Анализируются виды возможного негативного воздействия на водные биоресурсы в результате нормальной эксплуатации строящейся Балтийской АЭС и рассматриваются подходы к компенсации ущерба. Показано, что имеющиеся в регионе рыболовные мощности не достаточны для полной компенсации. Предлагается вариант компенсации путем проведения рыбохозяйственной мелиорации – расчистки заиленных устьевых участков нерестовых рек бассейна Куриского залива. Показана принципиальная возможность такой компенсации, однако для ее реализации необхо-

димо проведение специальных исследований с целью количественной оценки биологической эффективности мелиоративных работ

Введение

Экологический мониторинг, проводимый в зоне возможного воздействия строящейся Балтийской АЭС начиная с 2009 г. позволил установить основные параметры биологического разнообразия реки Неман и выполнить оценку возможного ущерба водным биоресурсам, который может иметь место в процессе нормальной эксплуатации АЭС [1, 2, 3]. Прогнозируется, что это возможный ущерб может складываться из следующих компонентов:

1. Гибель организмов зоопланктона и ихтиопланктона в результате попадания в водозаборные сооружения. Учитывая, что объем воды, используемой для охлаждения АЭС, составляет приблизительно 0,4% от годового стока реки Неман, а биомассы речного зоопланктона в среднем не превышают нескольких десятков мг, можно ожидать, что величина ущерба будет сравнительно небольшой. Совершенствование технологии забора воды позволит в некоторой степени снизить также гибель покатной молоди рыб.

2. Попадание пассивно скатывающихся организмов зоопланктона и личинок рыб в поток сбрасываемых продувочных вод с повышенной температурой. Через зону сброса (зона смешения) проходит примерно 20 % потока речной воды вблизи русского берега реки Неман, т.е. около 75 м³/с в межень и около 280 м³/с в паводковые периоды [4]. В связи с этим величина гибели покатной личинки будет зависеть от наличия нерестилищ в зоне, расположенной выше водосброса, а также периода ската и плотности личинок.

3. Непосредственная гибель организмов в зоне сброса продувочных вод температурой от 11°С зимой до 24,5°С летом. При этом градиент температур непосредственно на выходе из трубопровода составит соответственно 9,8°С и 4,3°С, что, во многих случаях будет губительным для организмов. Вместе с тем зона такого воздействия будет очень небольшая. Численное моделирование потока [5] показывает, что за счет разбавления на расстоянии 500 м ниже сброса температура воды уже будет соответствовать естественной.

4. Нарушение нерестовых миграций проходных рыб за счет создания теплового барьера в зоне сброса теплых вод. К числу таких видов относятся рыбец, корюшка, балтийский лосось, кумжа, минога. В последние годы суммарный вылов этих рыб в Куршском заливе и реке Неман достигал 600 т., поэтому даже небольшое нарушение их естественного воспроизводства может иметь серьезные последствия для рыбного промысла, выражаемые потерей десятков тонн рыбопродукции.

Учитывая все указанные факторы воздействия на водные биоресурсы, можно заключить, что величина возможного ущерба, наносимого гидробионтам в процессе эксплуатации Балтийской АЭС, может быть довольно значительной, и уже на этапе строительства должен быть решен вопрос о его компенсации.

Результаты исследований

В соответствии с ныне действующей методикой исчисления размера вреда, причиненного водным биологическим ресурсам [6], компенсация ущерба может осуществляться путем проведения мероприятий необходимых для восстановления водных биоресурсов и среды их обитания. К таким мероприятиям относятся

1. Искусственное воспроизводство водных биоресурсов и выпуск молоди рыб на различных стадиях непосредственно в водоем;

2. Рыбохозяйственная мелиорации водных объектов для восстановления нарушенного состояния мест размножения, зимовки, нагула, путей миграции водных биоресурсов, акклиматизации (реакклиматизации) водных биоресурсов для восстановления угнетенных в результате осуществления хозяйственной и иной деятельности запасов отдельных видов водных биоресурсов;

3. Создания новых, расширения или модернизации существующих производственных мощностей, обеспечивающих выполнение таких мероприятий.

Восстановительные мероприятия разрабатываются с учетом

– объемов прогнозируемых потерь водных биоресурсов и их отдельных видов;
– продолжительности негативного воздействия на водные биоресурсы, с учетом возможности и сроков, необходимых для их естественного восстановления;

– целесообразности и возможности выполнения тех или иных восстановительных мероприятий, наличия технологий искусственного воспроизводства, состояния запасов водных биоресурсов и их кормовой базы;

– наличия действующих или строящихся мощностей по искусственному воспроизводству водных биоресурсов и рыбохозяйственной мелиорации в рыбохозяйственном бассейне (или регионе намечаемой деятельности);

– социально-экономических и других условий в районе намечаемой деятельности;

– экономической оценки вариантов восстановительных мероприятий.

Рассмотрим с этих позиций ситуацию с осуществлением восстановительных мероприятий применительно к Балтийской АЭС.

Очевидно, что восстановление среды обитания в зоне непосредственного воздействия сброса теплых вод не представляется возможным. Произойдет модификация бентосных сообществ, определяющих кормовую базу рыб, состояние высшей водной растительности, служащей нерестовым субстратом фитофильных видов, а также изменение зоопланктонных сообществ. Определенный эффект для сохранения нерестовых путей анадромных видов рыб может дать подбор технологии выпуска продувочных вод, которая позволила бы снизить возможность создания теплового барьера на части русла реки.

Наиболее простым способом компенсации ущерба является выпуск молоди ценных видов рыб, выращиваемой на рыбоводных заводах. Однако искусственное воспроизводство водных биоресурсов в Калининградской области в настоящее время имеет очень ограниченный объем. Существует единственное государственное рыбоводное предприятие – Экспериментальный рыбоводный цех по воспроизводству сига, принадлежащий Калининградскому филиалу ФГБУ «Главрыбвод», расположенный в пос. Лесное на Куршской косе. Производственные мощности данного цеха рассчитаны на выпуск в Куршский залив подрощенной до 1-10 г молоди сига в объеме до 350 тыс. шт. Учитывая нормативный коэффициент промыслового возврата, равный 0,2%, данный объем выпуска обеспечивает воспроизводство не более одной тонны промыслового запаса сига. При этом, исходя из утвержденных в 2017 г. нормативов, затраты на воспроизводство составят около 20 млн. руб.

На этом же цехе имеется опыт искусственного воспроизводства щуки в объеме до 2 млн. личинок, которые могут выпускаться как в Куршский залив, так и во внутренние водоемы. При коэффициенте промыслового возврата 0,003% данное мероприятие может обеспечить восстановление до 0,2 т промыслового запаса при объеме затрат около 4 млн. руб.

Понятно, что такого объема искусственного воспроизводства совершенно недостаточно для компенсации возможного ущерба, и необходим поиск других мероприятий.

Создание новых рыбоводных мощностей для искусственного воспроизводства представляется вполне возможным, но его реализация сопряжена с существенными ограничениями. Они касаются двух аспектов. Во-первых, не достаточно отработана законодательная база направления средств хозяйствующих субъектов, наносящих ущерб, на строительство рыбоводных предприятий. Поэтому при наличии в регионе достаточного объема компенсационных средств, до настоящего времени не было выполнено ни одного проекта строительства или реконструкции рыбоводных мощностей. Во-вторых, использование компенсационных средств должно быть направлено на реализацию проекта строительства, который должен быть подготовлен заранее за счет других источников. Очевидно, что ни государство, ни бизнес-сообщество такие средства предоставить не может. Кроме того, сама подготовка и согласование проекта занимает несколько лет и поэтому, в случае возобновления строительства АЭС, разработка проектов создания рыбоводных предприятий должна стать одним из элементов экологической политики данного предприятия. Заметим, что стоимость реализации этого направления может колебаться в пределах 10-50 млн. руб. на одну тонну восстановления промыслового запаса.

Учитывая вышеизложенное, нам представляется наиболее перспективным и, вероятно, менее дорогостоящим направлением компенсации ущерба проведение мелиоративных работ на нерестовых реках, впадающих в Куршский залив. Суть рыбохозяйственной мелиорации рек заключается в следующем. В результате осаднения взвесей в устьях рек происходит уменьшение их глубины до такой степени, что рыба не может совершать нормальные нерестовые миграции на нерестилища, расположенные выше по течению. Так, исследования КГТУ 2017 г. на р. Товарной показали, что при глубине самой реки 2-4 м., глубина устья в зоне впадения ее в Куршский залив составляет не более 0,5 м. Проведение мелиорации путем расчистки устья и нижней части реки могло бы способствовать существенному повышению воспроизводственного потенциала реки, т.к. количество заходящих на нерест производителей составляет несколько десятков тонн.

Реализация данного мероприятия также имеет свои ограничения. Направление компенсационных средств на мелиорацию рек должно основываться на оценке биологического эффекта, т.е. расчета насколько может увеличиться продуктивность реки при увеличении глубины устья до заданной. В настоящее время методики такой оценки не существует, и разработка ее могла бы обеспечить решение проблемы компенсации ущерба. Заметим, что затраты на исследования, направленные на разработку такой методики несоизмеримо меньше, чем на реализацию все других мероприятий.

Реализация данного мероприятия также имеет свои ограничения:

1. Направление компенсационных средств на мелиорацию рек должно основываться на оценке биологического эффекта, т.е. расчета насколько может увеличиться продуктивность реки при увеличении глубины устья до заданной.

2. Дополнительно должен быть проработан вопрос согласования мелиоративных мероприятий в устьях рек с Бассейновыми водными Управлениями и подразделениями Росприроднадзора. Учитывая важность проводимых работ, возможность упрощения процедур получения разрешительной документации для проведения мелиорации стало бы преимуществом при выборе данного способа компенсации ущерба хозяйствующим субъектом.

Заключение

В настоящее время строительство Балтийской АЭС приостановлено, но экологический мониторинг состояния экосистемы реки Неман в зоне ее возможного воздействия продолжается. Это очень важно, т.к. дает объективную информацию о фоновом

состоянии экосистемы реки Неман и обеспечивает возможность оценки ее негативного воздействия на водные биоресурсы. Несомненно мониторинг должен быть продолжен, т.к. период колебания параметров биоты является довольно большим и связан с двумя факторами – естественными изменениями условий обитания гидробионтов, которые, очевидно, зависят от периодичности солнечной активности, а с другой стороны – продолжительностью жизненного цикла рыб, который для разных видов, попадающих под воздействие, составляет 5-7 лет. Так, за период наблюдения величина уловов корюшки в реке Неман, которая очевидно характеризует состояние запаса и интенсивность нерестового хода, колебалась от 16 т. в 2010 г. до 450 т. в 2016 г.

Проведенный анализ возможностей компенсации ущерба, показывает следующее. В силу вполне объективных обстоятельств, возможности компенсации ущерба водным биоресурсам, наносимого в процессе ее нормальной эксплуатации в Калининградской области недостаточны. Поэтому в случае возобновления строительства необходимо проведение научных исследований направлений на разработку дополнительных мероприятий по компенсации. В частности, это может быть разработка биологического обоснования для создания рыбоводных мощностей по воспроизводству перспективных видов рыб, а также разработке методики оценки биологического эффекта рыбохозяйственной мелиорации.

Предложенная инициатива является актуальной не только для Балтийской АЭС, но и для других объектов капитального строительства в период их сооружения и эксплуатации, оказывающих воздействие на водные биоресурсы и среду их обитания.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шibaев С.В., Соколов А.В., Лунева Е.В. Прогноз воздействия Балтийской АЭС на рыбные запасы водоемов Калининградской области: проблемы и решения. Экологическая безопасность АЭС. Сборник трудов научно-практической конференции с международным участием посвященной 60-летию атомной энергетики. Калининград, 16-17 октября 2014 г. Изд-во "Аксиос", Калининград, 2014. С. 160-169.

2. Характеристика фонового состояния биоты реки Неман в зоне возможного воздействия Балтийской АЭС (Калининградская область). Шibaев С.В., Соколов А.В., Шibaева М.Н. и др. Известия КГТУ, 2016. №42. С. 59-86.

3. Шibaев С.В., Лунева Е.В., Соколов А.В. Проблемы организации мониторинга водных биоресурсов в зоне возможного воздействия Балтийской АЭС// Экологическая безопасность АЭС. Сборник трудов научно-практической конференции с международным участием посвященной 60-летию атомной энергетики. Калининград, 20-21 октября 2015 г.

4. Лунева, Е.В. Характеристика систем водоснабжения атомных станций в связи с оценкой воздействия строящейся Балтийской АЭС на водные биоресурсы реки Неман / Е.В. Лунева // Известия Калининградского государственного технического университета. 2013. №28. С.164-172.

5. Лунева, Е.В. Прогноз теплового воздействия сбросных вод Балтийской АЭС в период эксплуатации на основе численной гидродинамической модели реки Неман / Е.В. Лунева, Л.Н. Синдаловский, В.Г.Румынин //Известия Калининградского государственного технического университета. 2014. №32. С. 63-73.

6. Методика исчисления размера вреда, причиненного водным биологическим ресурсам" (Приказ Росрыболовства от 25.11.2011 N 1166. Зарегистрировано в Минюсте РФ 05.03.2012 N 23404)

ON THE COMPENSATION OF POSSIBLE DAMAGE TO WATER-BIORESOURCES CAUSED BY NORMAL OPERATION OF THE BALTIC NPP

¹ Shibaev Sergey Vadimovich, Professor, doctor of the science

² Luneva Elena Vladimirovna, Lead Specialist

³ Shibaev Leonid Vadimovich, Ph.D

¹Federal state educational institution of higher education "Kaliningrad State Technical University", Kalinigrad, Russia, e-mail: shibaev@klgtu.ru

²«Rosenergoatom» JSC, Moscow, Russia, e-mail: luneva100@yandex.ru

³Kaliningrad Branch of the FSFI "Glavrybvod", Kalinigrad, Russia,
e-mail: shibaev.lv@gmail.com

The purpose of this paper is to analyze the the types of possible negative impacts on aquatic bioresources as a result of normal operation of the Baltic NPP under construction and to consider approaches to compensation for damage. It is shown that the available in the region hatchery capacity is insufficient for full compensation. It was proposed to compensate damage by carrying out fishery reclamation in the form of clearing the silted estuaries of spawning rivers within the Curonian Lagoon drainage basin. The principal possibility of such compensation is demonstrated but for its implementation it is necessary to perform special research to assess the biological effectiveness of such reclamation.

СЕКЦИЯ «ИХТИОПАТОЛОГИЯ И ГИДРОБИОЛОГИЯ» SECTION "ICHTHYOPATHOLOGY AND HYDROBIOLOGY"

УДК 581.526.325

ЛЕТНИЙ ФИТОПЛАНКТОН ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ ПР. ФОРЕЛЕВОГО (Г. КАЛИНИНГРАД) В 2015-2016 ГГ.

Бугранова Олеся Сергеевна, ведущий инженер кафедры ихтиологии и экологии

ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет»,
Калининград, Россия, e-mail: olesya.bugranova@klgtu.ru

Приведены данные летнего мониторинга прибрежного фитопланктона западной части пр. Форелевого в 2015-2016 гг. Целью работы является оценка состояния фитопланктонного сообщества. В работе охарактеризован таксономический состав фитопланктона водоема, дана оценка численности и биомассы фитопланктона на исследованном участке пруда, определен состав доминирующих видов, проанализирована альгофлора пруда с использованием индексов биологического разнообразия, дана оценка качества воды

Пруд Форелевый (в обиходе обычно называют озером) – наиболее крупный водоем системы озер карьерного типа, расположенной вдоль юго-западного берега Калининградского залива восточнее пос. Прибрежное. Пруд расположен в 50-200 м от залива (рис. 1) [1].

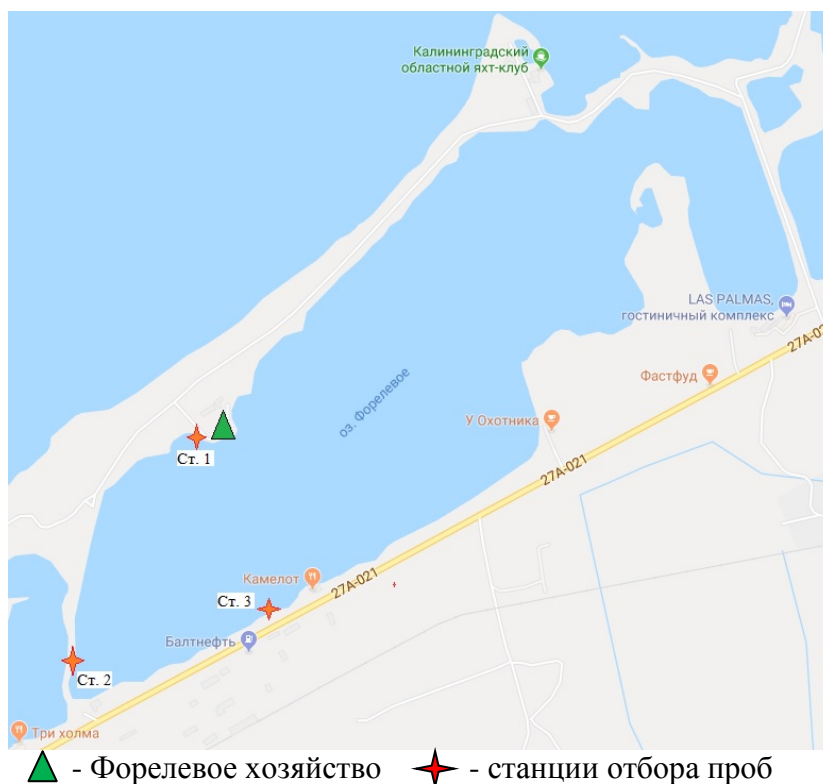


Рис. 1. Схема пр. Форелевого

Пруд является самым крупным водоемом в городской черте и водным объектом высшей рыбохозяйственной категории, вытянут с юго-запада на северо-восток, с максимальной длиной около 1,9 км, шириной – более 600 м [1]. Площадь водного зеркала составляет около 112 га [2], максимальные глубины – до 20 м. Основная (западная) котловина – это типичный водоем карьерного типа с очень сложным рельефом дна и большими глубинами, береговая линия довольно изрезана. Питается водоем грунтовыми водами, атмосферными осадками, стоками с прилегающей заболоченной местности и от скважин, находящихся на территории форелевого хозяйства. Пруд связан с заливом каналом, водообмен с которым зависит от направления ветра. Водоем является солоновато-водным бассейном, соленость воды подвержена большим колебаниям (от < 1 ‰ до 1,5-2,0 ‰ и более в разных точках и в разные периоды) [1].

Пр. Форелевый в данный момент используется для рыбоводных (с 1976 г. в северо-западной части карьера было основано форелевое хозяйство, а в 1991 г. – было начато товарное производство осетров) и рекреационных целей (для купания, водных прогулок, спорта и любительского рыболовства).

На протяжении последних 30 лет сотрудниками и студентами кафедры ихтиологии и экологии КГТУ проводятся рейдовые летние экологические исследования данного пруда. С 2015 г. мониторинг включает изучение альгофлоры пруда, а сбор проб производится ежемесячно. Исследования показывают, что пруд эвтрофирован, и состояние вод ухудшается [1 - 5].

Цель данной работы – оценка состояния прибрежного фитопланктонного сообщества пр. Форелевого летом 2015-2016 гг. Задачами работы являлись: определение таксономического состава и анализ таксономической структуры фитопланктона водоема; оценка численности и биомассы фитопланктона на исследованном участке пруда; анализ альгофлоры пруда с использованием индексов биологического разнообразия и сапробности.

Материалом для исследования послужили пробы фитопланктона, взятые во время экологического мониторинга в конце июня 2015 г. и начале июня и середине августа 2016 г.

Пробы отбирали с трех станций западной части пруда (рис. 1) с прибрежного поверхностного горизонта простым зачерпыванием воды ведром. Первая станция располагалась непосредственно возле форелевого хозяйства, вторая – на среднем участке с типичным зарастанием берега и третья – у прибрежной полосы отдыха возле кафе. Отобранный материал сразу фиксировали раствором Люголя с добавлением ледяной уксусной кислоты и формалина, а дальнейшую обработку вели в лаборатории КГТУ (концентрирование методом прямой фильтрации, количественный и качественный анализ проб) в соответствии с методиками [6-7].

Для анализа биологического разнообразия применили индексы Маргалёфа, Симпсона и Шеннона.

Индекс видового богатства Маргалёфа (D) рассчитывали по формуле:

$$D = (s - 1) / \ln N, \quad (1)$$

где D – индекс видового богатства Маргалёфа; s – число видов, N – число особей [8].

Индекс разнообразия (доминирования) Симпсона (C) рассчитывали по формуле:

$$C = \sum (n_i / N)^2, \quad (2)$$

где n_i – оценка значимости каждого вида (численность), N – сумма оценок значимостей (численность); C – индекс разнообразия Симпсона, изменяется от 0 до 1 [8].

Индекс видового разнообразия Шеннона (H) рассчитывали по формуле:

$$H = - \sum p_i \log_2 p_i, \quad (3)$$

где H – разнообразие в битах, p_i – удельное обилие вида (была использована удельная численность i – го вида как частное от деления его численности N_i на общую численность всех видов: $p_i = N_i / (\sum N_i)$). Обычно значения индекса лежат в пределах от 1,5 до 3,5, редко превышая 4,5 [9].

Сапробиологический анализ был построен на основе индексов сапробности по Пантле и Букку в модификации Сладочека [10]. Индекс сапробности (S) рассчитывали по формуле:

$$S = \sum sh / \sum h, \quad (4)$$

где S – индекс сапробности; s – сапробный индекс вида-показателя сапробности, h – показатель обилия (была использована численность). Индикаторную значимость видов брали из [10, 11].

Гидрохимические наблюдения летом 2015-2016 гг. показали, что минерализация воды высокая, превышала 2500 мг/мл, что объясняется господствовавшим северным направлением ветра в период наблюдения. Вода в водоеме очень жесткая (около 20 мг*экв./л), перманганатная окисляемость повышенная (более 10 мгО/л). Содержание растворенного кислорода в основном снижено и наблюдалось недосыщение на уровне 60-70 %. Содержание биогенных элементов в целом невелико, кроме концентрации азота аммонийного, превышающей ПДК (до 1,12 мг/л). Концентрации нитритов (0,03 мг/л) и фосфатов (0,06 мг/л) обнаруживались в очень малых количествах [2].

По результатам работы в составе фитопланктона западной части пр. Форелевого в летний период 2015-2016 гг. было выявлено 97 таксонов, рангом на уровне рода и ниже. Выявленные таксоны относились к 49 родам, 34 семействам, 20 порядкам и 14 классам (табл. 1).

Видовое богатство пр. Форелевый было относительно не велико. Среднее число таксонов в пробе составляло 32.

Таблица 1.

Таксономическая структура фитопланктона западной части пр. Форелевый за время исследования

Отдел	Число					% **
	классов	порядков	семейств	родов	видов*	
Bacillariophyta	2	4	8	15	24	25
Chlorophyta	5	7	13	18	41	42
Dinophyta	1	1	1	1	2	2
Euglenophyta	1	1	1	1	1	1
Суанoprokaryota	2	3	7	8	21	22
Cryptophyta	1	1	1	2	3	3
Streptophyta	2	3	3	4	5	5
Всего:	14	20	34	49	97	100

*включая таксоны, идентифицированные до рода

**процент от общего числа видов

Основу видового богатства альгофлоры пруда слагали водоросли отдела Chlorophyta, составляющие более 40 %. Также значительно были представлены водоросли отделов Bacillariophyta и Cyanoprokaryota, дающие 25 % и 22 % общего видового богатства соответственно. Такое распределение ведущих отделов водорослей характерно для водоемов г. Калининграда [12-14], а также большинства водоемов Европейской части России [15-17]. Менее значительно представлены отделы Streptophyta (5 %), Cryptophyta (3 %), Dinophyta (2 %) и Euglenophyta (1 %).

Среди порядков ведущая роль принадлежит Chlorococcales (отдел зеленых водорослей, включающий около 31 % общего видового богатства), Raphinales (отдел диатомовых водорослей, включающий около 12 %) и Nostocales (отдел цианопрокариот, включающий около 10 %). Первые два порядка также входят в ведущий состав альгофлоры урбанизированных водоемов России [16-18].

Максимального видового богатства среди семейств и родов достигали сем. Scenedesmaceae (13 %) и р. Scenedesmus (10 %) (из отдела зеленых водорослей), в них входило 23 % общего видового богатства альгофлоры пруда.

В среднем по пруду в конце июня 2015 г. общая численность составляла 28,2 млн кл./л, общая биомасса – 0,876 мг/л, в начале июня 2016 г. – 136,5 млн кл./л и 5,797 мг/л, а в середине августа – 150,6 млн кл./л и 16,405 мг/л.

Численность и биомасса по станциям варьировали в небольших пределах. В июне 2015-2016 гг. количественные показатели увеличивались от ст. 1 (около форелевого хозяйства) к ст. 3 (район прибрежного кафе), а в августе 2016 г. максимальное развитие отмечено на ст. 1, минимальное – на ст. 2.

В июне обоих лет по численности доминировали цианопрокариоты, их численность в среднем по станциям достигала более 90 % в 2015 г. и более 98 % в 2016 г. По биомассе в июне 2015 г. доминировали крупноклеточные диатомовые водоросли (~70 %), в июне 2016 г. – также как и по численности – цианопрокариоты. Среди цианопрокариот максимальные показатели численности и биомассы были у *Gomphosphaeria lacustris* Chodat (июнь 2015 г.), *Anabaena spiroides* Klebahn и *Planktothrix agardhii* (Gomont) Anagnostidis & Komárek (июнь 2016 г.). Эти виды являются пресноводно-солонатоводными и часто вызывают «цветения» воды с выделением гепатотоксинов [15]. По численности также следует отметить *Microcystis spp.* Kützing ex Lemmermann, *Merismopedia tenuissima* Lemmermann (табл. 1). Наибольшие показатели биомассы также давали представители диатомовых – *Tabellaria fenestrata* (Lyngbye) Kützing, *Fragilaria capucina* Desmazières, *Melosira varians* C.Agardh и *Gomphonema spp.* Ehrenberg (июнь 2015 г.) и представители цианопрокариот – *Oscillatoria spp.* Vaucher ex Gomont. и *Nodularia spumigena* Mertens ex Bornet & Flahault. *Nodularia spumigena* – широко распространенный вид, возбудитель «цветения» воды, токсичен для человека и животных [19].

В августе возросла роль диатомовых водорослей, численность которых достигла 73 %, биомасса – 77 % в среднем по станциям. Цианопрокариоты остались на уровне 25 % от общей численности и около 13 % от общей биомассы. Наибольшие показатели численности (более 80 % на ст. 1) и биомассы (более 78 % также на ст. 1) давал *Melosira nummuloides* C.Agardh из представителей диатомовых водорослей и *Planktothrix agardhii* (более 15 % общей численности и более 12 % общей биомассы в среднем по станциям) из представителей цианопрокариот. По биомассе значительно представлен на ст. 2 крупноклеточный *Cryptomonas ovata* Ehrenberg из представителей криптофитовых, дающий около 10 % общей биомассы.

Биологическое разнообразие летней альгофлоры западной части пр. Форелевого было рассмотрено на фитоценотическом уровне. Для анализа были рассчитаны индек-

сы Маргелафа, Симпсона и Шеннона на основе численности выявленных таксонов для каждой пробы и для всего изучаемого участка пруда.

Индекс Маргалефа, отражающий плотность видов или видовое богатство на определенной акватории, показал, что размах значений индекса по станциям незначительный, что говорит об одинаковой плотности видов на всем исследованном участке пруда. Среднее значение D для всей западной части пруда составило $3,43 \pm 0,06$.

Индекс Симпсона, указывающий на доминирование тех или иных видов в сообществе, изменялся от 0,16 – 0,66. Среднее значение C по исследуемому участку составило $0,36 \pm 0,10$. Учитывая, что максимальные значение индекса в августе 2016 г указывают на значительное доминирование одного - двух видов, это подтверждает данные по составу доминирующих видов по численности и биомассе, приведенные выше.

Значения индекса биоразнообразия Шеннона варьировали от 1,15 до 2,98 бит/экз. Среднее значение H составило $2,17 \pm 0,35$ бит/экз. Минимальные значения H отмечены в августе 2016 г. в районе ст. 1, а максимальные – в июле 2016 г. на ст. 2. Данные по индексу указывают на незначительную сложность структуры сообщества альгофлоры пруда.

Сапробиологический анализ показал, что из общего количества выявленных видов – 60 % виды-индикаторы сапробности среды. Основная часть видов-индикаторов – β -мезосапробы, составляют 57 %; виды с переходной стадией между олигосапробами и β -мезосапробы дают 23 %; виды с высокой степенью органического загрязнения (α -мезосапробы) – 10 %. Индекс сапробности варьировал по станциям от 1,87 до 3,24. Самый высокий индекс сапробности был отмечен для ст. 3 (возле кафе), воды которой по этому показателю относились к α -мезосапробной зоне (грязная вода).

Таким образом, прибрежный растительный планктон западной части пр. Форелевого летом в 2015-2016 гг. по таксономическим показателям характеризовался как зелено-диатомово-синезеленый. Определяющую роль в численности в июне 2015-2016 гг. играли представители цианопрокариот, в августе – диатомовых. По биомассе также максимально представлены диатомовые и цианопрокариоты, в августе 2016 г – криптофитовые. Видовое разнообразие альгофлоры является относительно невысоким. В июле 2016 г. отмечено максимальное видовое разнообразие, в августе 2016 г. – минимальное с доминирование двух видов по численности и биомассе – *Melosira nummuloides* и *Planktothrix agardhii*. Последний вид вызывает «цветение» водоема и может выделять токсины. По данным сапробиологического анализа, в формировании численности основную роль играли виды-индикаторы средней степени сапробности (β -мезосапробы). Среднее значение ИС по исследованному участку пруда составило $1,98 \pm 0,04$. Воды пруда можно отнести к водам, свойственным β -мезосапробным водоемам с III классом качества воды [20].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Берникова Т. А. Озеро Форелевое // Калининградская область. Очерки природы. Калининград: Янтарный сказ, 1999. С. 90-91.
2. Цупикова Н. А., Костыря Ю. С. Особенности гидрохимических условий пруда Форелевого в 2016–2017 гг. // Известия КГТУ. Калининград, 2018, № 49. С.43-54.
3. Экологический мониторинг водоемов Калининградской области: Отчет по НИР за 1991 год / МРХ СССР, Калинингр. Техн. Ин-т рыб. Пром-сти и хоз-ва. Калининград, 1993. 84 с.
4. Берникова Т. А. Экологическое состояние озера Форелевого / Берникова Т. А., Дубравин В. Ф., Шibaева М. Н., Уманский С. А. // Известия КГТУ. № п 7, Калининград: КГТУ, 2005. С. 30-34.

5. Бугранова О.С., Цупикова Н.А., Костыря Ю.С. Оценка экологического состояния западной части пруда Форелевого (г. Калининград) // Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промысловое и техническое использование: материалы VIII Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 75-летию рыбохозяйственного образования на Камчатке (12-14 апреля 2017): в 2 ч./ отв. за вып. Н. Г. Клочкова. – Ч. II - Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2017. С. 84-89.
6. Методика изучения биогеоценозов внутренних водоемов. М.: Наука, 1975. 240 с.
7. Руководство по методам гидробиологического анализа поверхностных вод и донных отложений / Под ред. Абакумова В.А. Л.: Гидрометеиздат, 1983. 318 с.
8. Кузьмин Г. В. Фитопланктон: Видовой состав и обилие //Методика изучения биогеоценозов внутренних водоемов. – М.: Наука, 1975. С. 73-87.
9. Шитиков В.К. Количественная гидроэкология: методы системной идентификации. – Тольятти: ИЭВБ РАН, 2003. 463 с
10. Унифицированные методы исследования качества вод: Методы биологического анализа вод. М.:СЭВ, 1975. Ч.3. 176 с.
11. Индивидуальные сапробности видов фито-, зоопланктона и зообентоса/ Описание / Базы данных по экологии пресных вод РФ и сопредельных стран / EcoGrade // Электрон. Дан. Режим доступа URL: <http://ecograde.bio.msu.ru/db/description/saprob/index.html> (<http://ecograde.bio.msu.ru/db/description/saprob/index.html>) (дата обращения 02.08.2018).
12. Бугранова О. С., Цупикова Н. А., Дроздова А. С. Сезонная динамика развития фитопланктона пруда Поплавок (г. Калининград) в 2015 году // Ученые записки Крымского федерального университета имени В. И. Вернадского. Биология. Химия. 2017. №Том 3 (69). С. 18-32.
13. Бугранова О. С., Цупикова Н. А., Лозицкая Е. А. Сезонная изменчивость фитопланктона на фоне гидрохимических показателей пруда Пелавского (г. Калининград) в 2015-2016 годах // Известия КГТУ. 2017. №47. С. 22-33.
14. Бугранова О.С., Цупикова Н.А. Динамика сезонного развития фитопланктона пруда Нижнего (г. Калининград) в 2015 году и факторы, ее определяющие // Известия КГТУ. 2016. №43 С.11-21.
15. Кривина Е. С. Летний фитопланктон разнотипных западных подстепных ильменей Астраханской области 2011-2012 гг.: таксономический состав и эколого-географическая характеристика // Самарская Лука: проблемы региональной и глобальной экологии. 2014. №3. С. 117-130.
16. Тарасова Н. Г. Фитопланктон Верхнего пруда ботанического сада: таксономический состав и эколого-географическая характеристика // Самарская Лука: проблемы региональной и глобальной экологии. 2007. Т.16. С. 156-166.
17. Кривина Е. С., Тарасова Н. Г. Фитопланктон урбанизированного водоема (на примере оз. Восьмерка, г. Тольятти, Самарская область) I. флористический анализ и эколого-географическая характеристика" // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2014. № 5-5. С. 1758-1764.
18. Охупкин А.Г. Юлова Г.А., Старцева Н.А. Состав и эколого-флористическая характеристика фитопланктона малых водоемов урбанизированных территорий (на примере города Нижнего Новгорода) // Бот. журн. 2002. Т.87. № 2. С. 78-88.
19. Водоросли, вызывающие «цветение» водоемов Северо-Запада России. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2006. 367 с.
20. ГОСТ 17.1.2.04-77 Охрана природы. Гидросфера. Показатели состояния и правила таксации рыбохозяйственных водных объектов // Сб. ГОСТов. М.: ИПК Издательство стандартов, 2000. С.51-62.

**PHYTOPLANKTON OF THE WESTERN PART
OF THE FORELEVYI POND (KALININGRAD)
IN SUMMER 2015-2016**

Bugranova Olesya Sergeevna, leading engineer of Ichthyology and Ecology
Department

Kaliningrad State Technical University, Kaliningrad, Russia,
e-mail: olesya.bugranova@klgtu.ru

The article presents data of the summer monitoring of coastal phytoplankton in the western part of the Forelevyi pond in 2015-2016. The aim of the work is to estimate the state of the phytoplankton community. The taxonomic composition of phytoplankton of the reservoir was characterized, the abundance and biomass of phytoplankton in the investigated site was estimated, the composition of dominant species was determined, the pond algoflora was analyzed using the indices of biological diversity, and the water quality was assessed.

УДК 574.4/.5

**ОПРЕДЕЛИТЕЛЬ БОКОПЛАВОВ (CRUSTACEA, AMPHIPODA)
БАЛТИЙСКОГО МОРЯ**

Буруковский Рудольф Николаевич, профессор, д-р биол. наук

ФГБОУ ВО «Калининградский государственный университет»,
Калининград, Россия, e-mail: burukovsky@klgtu.ru

В Балтийском море известно 68 видов амфипод из 48 родов 26 семейств. Высокое видовое разнообразие, относительно малое число видов в одном роде – признак неустоявшейся фауны амфипод Балтики. Большая часть этих видов известна лишь из ее западной части. В 2001-2013 гг. начался очередной цикл осолонения моря, что может стать причиной миграции на восток амфипод Западной Балтики. Предлагаемый определитель – инструмент для контроля за этим процессом

Введение

Боклопавы одна из крупнейших групп высших раков, по числу видов уступающая лишь десятиногим и равноногим ракам. Они заселили океан вплоть до абиссали, пресные воды на поверхности и под землей, а ряд видов освоился на суше. Промысловых видов среди них нет, т.к. большинство амфипод имеет размеры в пределах 0,5-2 см. Некоторые достигают высокой численности. Например, *Corophium volutator* (Pallas, 1766), заселивший всю Балтику южнее 64°42' с.ш. от уреза воды до глубины 36 м, достигает удельной численности 65000 особей на кв. м [1]. Поэтому боклопавы играют важную роль в пищевых цепях донных и придонных рыб и, одновременно, служат промежуточными хозяевами паразитов, например, скребней [2]. А представители семейства Talitridae выступают в роли санитаров пляжей, поддерживающих их чистоту [3]. Кроме того, амфиподы активные инвазивные виды [4, 5].

В настоящее время в Балтийском море обитают 68 видов амфипод из 48 родов 26 семейств. Высокое видовое разнообразие и, напротив, относительно малое количество видов, приходящееся в среднем на один род, свидетельствует о не устоявшейся

фауне амфипод в Балтийском море. Большая часть видов известна из его западной части [1]. Существует многолетний цикл осолонения и опреснения вод Северной Атлантики. Его влияние захватывает и Балтийское море. Очередной этап осолонения начался в 2001-2013 гг. [6], став причиной расширения на восток ареалов западных балтийских амфипод.

Все это делает проблему изучения амфипод водоемов Балтийского моря и его бассейна в пределах Калининградской области актуальной, поскольку кроме книги Дитрих и Джабраиловой [3], посвященной санитару наших пляжей *Talitrus saltsator* Montagu, 1808, специальных исследований амфипод нашего региона не велось. Поэтому цель работы – изготовление ключа для определения морских амфипод Балтийского моря, как "инструмента" для организации и проведения таких исследований.

Общая характеристика отряда Amphipoda Latreille, 1816

Амфипода, или Бокоплавы (отряд Amphipoda Latreille, 1816) относятся к высшим ракам (класс Malacostraca Latreille, 1802), суперотряду Peracarida Calman, 1904 [7]. В мировой фауне известны около 6300 видов. Преобладающие размеры тела 1-15 мм. Самый крупный донный вид *Alicella gigantea*, длина тела которой достигает 340 мм. Самый крупный пелагический вид *Cystisoma magna* имеет наибольшую длину 140 мм [8].

В отряде Amphipoda 4 подотряда. В ископаемом состоянии известен с верхнего Эоцена (по находкам в балтийском янтаре — 37-40 млн. лет) [8].

Подотряд Gammaridea. Это наиболее богатый видами подотряд, насчитывающий 5750 видов. Свыше 1000 родов объединены в 124 семействах [7]. Наиболее обычные размеры тела от 1 до 15 мм, реже 30-60 мм.

Более 3000 видов гаммарид обитают на литорали всех морей. Более 1000 видов живут в пресных водах, из них свыше 400 видов — в подземных водах. В состав наиболее известного семейства Gammaridae входят около 250 пресноводных и прибрежных видов из побережий Евразии, реже Северной Америки. Около 100 видов встречаются в озере Байкал. Семейство Pontogammaridae с 60 видами — эндемик понто-каспийского региона. Последние годы виды этого семейства активно расселяются за его пределы, в том числе в Балтийское море и его лагуны. В семействе Talitridae около 200 видов, обитающих у уреза воды, на литорали или супралиторали, а некоторые — в лесном листовом опаде. Обитатели умеренной и тропической зоны.

Подотряд Ingolfiellidea. Сосостоит из двух семейств с 45 видами в 6 родах. Большинство из них менее 3 мм, лишь в виде исключения достигают 23 мм. Они имеют почти червеобразную форму тела, слепые. Это вызвано интерстициальным образом жизни в песчаных грунтах, в колодцах, источниках, пещерах. Два вида – в интерстициали больших глубин (более, чем 4800 м). Один встречен в Андах на высоте около 2000 м в песке речного ложа. В ископаемом состоянии известны по крайней мере с Триаса [9, 10].

Подотряд Caprellidea. 8 семейств [7] с примерно 250 видами. Длина тела 10-20 мм, максимальная 60 мм. Преимущественно морские. Большая часть – узкоспециализированы к обитанию на гидроидах, горогонариях и мшанках, или на водорослях. Отдельные виды связаны с иглокожими. Представители семейства Cyamidae имеют уплощенное тело. Они эктопаразиты китов (так называемая "китовая вошь").

Подотряд Hyperiidia. В состав подотряда входят 12 семейств [7] с примерно 230 видами. Длина 3-10 мм, максимально 140 мм (*Cystisoma magna*). Все представители этого подотряда обитают в морской пелагиали от поверхности до больших глубин и от тропиков до приполярных районов. Все они, по крайней мере, в период постэмбрионального развития, — облигатные комменсалы планктонных животных с сильно об-

водненным, студенистым телом. Так, мелкие гиперииды из рода *Hyperiella* обитают на колониальных радиоляриях. *Oxucephalus* используют в пищу куски тел гребневиков, а *Vibilia* живут в эзофагусе сальп и своими гнатоподами перехватывают пищу, отфильтрованную сальпами из толщи воды. Представители рода *Hyperia* паразитируют на медузах. В семействе Oxucephalidae выделяется род *Rhabdosoma* с 4 видами, характеризующимися очень утонченным и вытянутым телом, головогрудь впереди глаз образует длинный заостренный вырост — рострум. Во взрослом состоянии это пелагические хищники, связанные в их онтогенезе с различными студенистыми животными. Достигают длины тела 152 мм.

Объяснение специальных терминов (по [1] (рис. 1))

Аксессуарный (= дополнительный) жгутик – маленький второй жгутик 1 антенн, который у амфипод служит важным таксономическим признаком.

Антенна (= 2 антенна) – вторая пара антенн.

Антеннула (= 1 антенна) – первая пара антенн.

Апекс – вершина, острие.

Базис – второй членик торакоподы (ходильной ноги).

Дактилулус (палец) – седьмой членик торакоподы (ходильной ноги).

Гнатоподы – вторые и третьи торакоподы у амфипод, обычно имеющие вид ложной клешни (субхелы – см. ниже).

Инцизор – режущий отросток мандибулы, часто вооруженный зубцами или с шершавой поверхностью.

Кальцеолы – комплексные рецепторы, которые локализованы на вторых или первых и вторых антеннах амфипод сем. Gammaridae, часто служат вторичными половыми признаками.

Карпус – пятый членик торакоподы (ходильной ноги).

Клешня (хела) – образована проподусом и дактилулусом.

Кокса – первый членик торакоподы (ходильной ноги)

Коксальная площадка (или пластинка) – уплощенный расширенный вырост коксы, который прикрывает снаружи коксу вместе с примыкающими членикам ходильной ноги.

Ладонь (Palma) – проподус (см. ниже) клешененосной торакоподы.

Лациния (или *Lacinia mobilis*) – маленькая подвижная пластинка между проксимальным краем мандибулы и рядом зубчиков.

Мандибула – первая пара челюстей

Марсупиум – выводковая сумка, образованная оостегитами.

Максилла (или максилла 2) – третья пара челюстей.

Максиллула (или максилла 1) – вторая пара челюстей.

Максиллипеды – челюстные ноги; видоизмененные конечности, которые служат для добывания пищи. Располагаются позади челюстей.

Мезосома – свободные торакальные сегменты у амфипод

Метасома = Плеосома (см. ниже).

Мерус – четвертый членик торакоподы (ходильной ноги).

Моляр – жевательный отросток мандибулы.

Перейон – свободные торакальные (грудные) сегменты, не сросшиеся с головой.

Перейоподы ("ходильные ноги") – придатки перейона.

Плеоподы – плавательные ноги плеосомы (см. ниже).

Плеосома – туловище, состоящее из трех сегментов.

Прекопула – зажимы в виде скобок у самок некоторых видов), образующих хват для собственно копулы (совокупительного органа самцов (например, у *Gammarus* spp.)

Проподус – шестой членик торакоподы (ходильной ноги).

Протоподит – основной членик двуветвистой конечности.

Роговица – окрашенная поверхность глаза

Рострум – антеро-дорсальный (передне-спинной) вырост головы между основаниями антеннул.

Субхела ("ложная клешня") – скошенная дистальная часть проподуса (пальмы, ладони) и изогнутого вдоль нее тонкого пальца (дактилуса), образующих хватательную ногу.

Тельсон – последний членик тела.

Торакомер – торакальный (грудной) сегмент.

Торакоподы – конечности торакомеров, опорные конечности.

Уроподы – последние три пары плеопод; придатки уросомы.

Уросома – три сегмента туловища перед тельсоном сегменты плеона амфино

Хроматофоры – пигментные клетки, формирующие окраску ракообразного.

Цефалон – головная часть; у амфино сливается с первым торакомером (см. ниже)

Щупик (= Пальп) – маленький придаток наружного края мандибул, максилл и максиллипед.

Экзоподит – внутренняя ветвь двуветвистой конечности.

Эндоподит – наружная ветвь двуветвистой конечности.

Эпимер (или эпимеральная пластинка) – дистолатеральное расширение плеомера (см. выше), прикрывающее снаружи плеоподы (см. выше).

Эпистом – передняя часть головы на верхней губой.

Эстетаск – простой тонкостенный рецептор на антеннулах

Ключ для определения подотрядов амфино (по Köhn, Gosselk 1989, с дополнениями)

- Тело тонкое или червеобразное 1
– Тело сжатое с боков 3
2. Тело тонкое, палочковидное; плеон рудиментарный; торакомеры удлинены; первый и второй торакомеры срастаются с головой *Caprellidea*
– Тело червеобразное; первый торакомер частично сросшийся в головой; плеоподы листовидные, одноветвистые и нечленистые; отсутствует эндит [внешняя пластинка] на исхиуме максиллипед; гнатоподы карпо-субхелатные *Ingolfiellidea*
3. Глаза крупные, почти полностью скрывают голову; голова сильно вздута, благодаря чему тело приобретает каплевидную форму; свободноживущие (преимущественно в пелагиали) или паразиты медуз *Hyperidea*
– Глаза небольшие или недоразвитые, никогда не достигают половины поверхности головы; тело утоньшено; обычно бентосные, морские, солоноватоводные, пресноводные и наземные; свободноживущие, но имеются виды – комменсалы книдарий..... *Gammaridea*

Ключ для определения видов подотряда *Caprellidea*

1. Торакоподы 4 и 5 развиты нормально, 7-членистые, включая рудиментарную коксу; торакоподы 6 короче остальных. Базисы и исхиумы уплощены..... *Phthisica marina*
– Торакоподы 4 и 5 рудиментарны или отсутствуют 2
2. Торакоподы 6 короткие, шпательобразные..... *Pariambus typicus*

- Торакоподы 6 развиты так же, как остальные торакоподы3
- 3. Торакомер не полностью слит с головной частью тела, с боков остается заметный шов; форма тела варьирует, но оно всегда усеяно зубчиками.....*Aeginina longicornis*
- Торакомер полностью слит с головной частью тела; тело усеяно зубчиками лишь дорсально и слабо4
- 4. Голова и торакомер дорсально непарно зазубрены; лобный зубец иногда вильчато расщепленный.....*Caprella septentrionalis*
- Голова и торакомер дорсально вооружены парными зубцами..... *Caprella linearis*

Ключ для определения видов подотряда Gammaridea

- 1. Голова сильно удлинена, с каждой стороны несет по два чечевицеобразных глаза; антенны 1 без дополнительного жгута; Торакоподы 2 и 3 со слабо развитыми гнатоподами; дистальная часть базиса торакопод 8 с широкой лопастью..... семейство Ampeliscidae, – *Ampelisca macrocephala*
- Эти признаки все вместе не встречаются 2

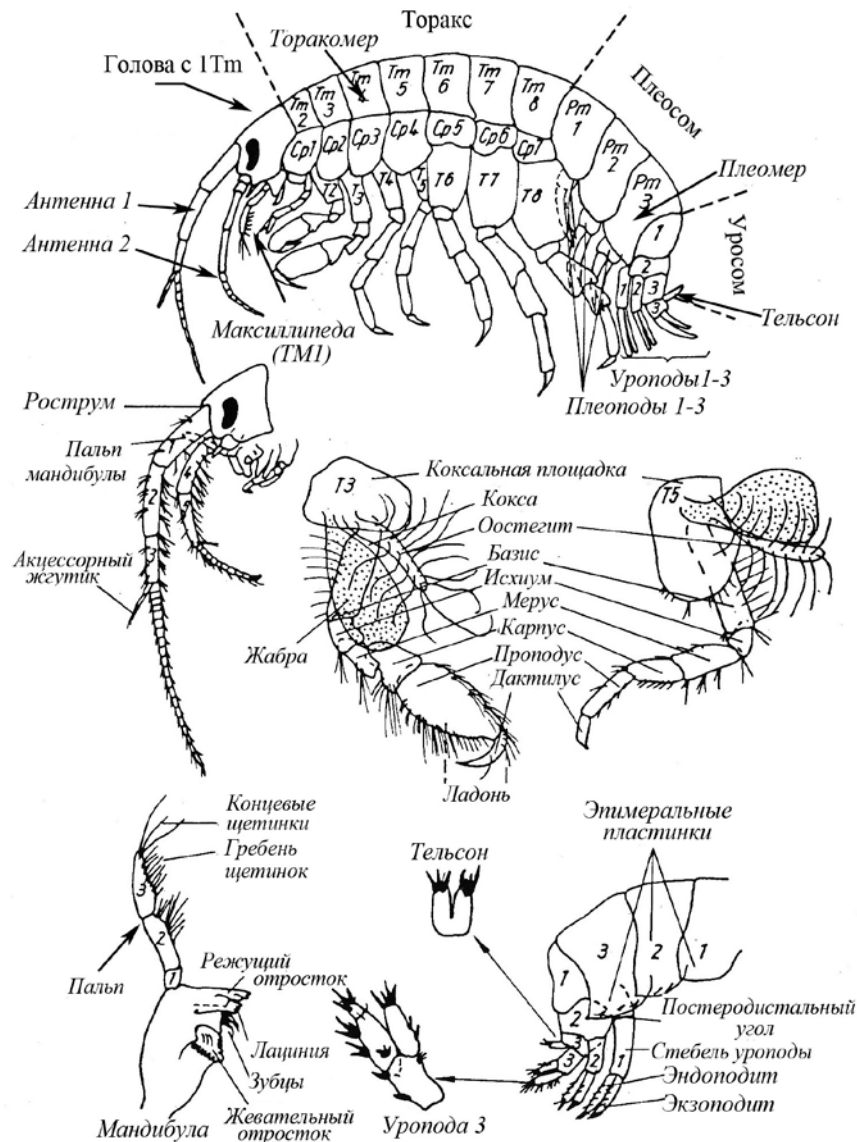


Рис.1. Морфология и таксономические признаки амфипод

- 2 Рострум необычайно удлинён, изогнутый и подвернут под голову..... 3
 – Голова без рострума, с маленьким зубообразным или не изогнутым под голову рострумом..... 5
- 3 Аксессуарный жгут антенн 1 составляет две трети длины основного жгута; Торакоподы 7 длиннее торакопод 8; глаза неотчетливые..... семейство Phoxocephalidae
 – *Phoxocephalus holbolli*
 – Аксессуарные жгуты антенн отсутствуют; глаза хорошо развиты, отчетливые..... 4
- 4 Тело короткое и сжатое с боков; коксальная площадка торакопод 1 крошечная, почти полностью прикрыта следующей; коксальные площадки 2-4 торакопод большие, в форме щитов; торакоподы 7-8 одинаковой длины семейство Amphilochoidae
 – Тело вытянутое; коксальная площадка торакопод 1 слегка прикрыта следующей за ней; коксальные площадки 4 и 5 торакопод большие, в форме щитов; торакоподы 8 много длиннее торакопод 7..... семейство Oedicerotidae – *Monoculodes subnudus*
- 5 Торакоподы 5 характерно удлинены; исхиум и мерус длинные и тонкие, карпус и проподус утолщены и тонко опушены; антенны 1 с широкими, короткими и жесткими ветвями; аксессуарный жгутик заметный семейство Lysianassidae
 – Эти признаки вместе не встречаются 6
- 6 Уросомы дорсовентрально уплощены; антенны 2 значительно грубее, чем антенны 1; уropоды 1 и 2 двуветвистые и зазубренные, уropоды 2 одноветвистые и опушенные семейство Corophiidae
 – Уросомы не уплощены дорсовентрально 7
- 7 Коксальная площадка торакопод 1 очень маленькая, сзади почти полностью прикрыта коксальной площадкой торакопод 2; коксальные площадки торакопод 2-4 большие и щитообразные; уropоды 3 одноветвистые; дополнительный жгут антенн отсутствует семейство Sthenotoidae
 – Коксальная площадка торакопод 1 нормальных размеров, не прикрыта или прикрыта слегка следующей за ней..... 8
- 8 Имеются лишь 2 сегмента уросом и 2 пары уropод; коксальные площадки торакопод предельно маленькие, часто отделены друг от друга..... семейство Podoceridae
 – Имеется 3 сегмента уросомитов и 3 пары уropод (исключение – *Dexamine spinosa*, у которой уросомы дорсально зазубрены).
- 9 Между первыми и вторым члениками ветвей антенны 1 имеется коленчатый изгиб; торакоподы 6-8 лопатообразно расширены; тело короткое и сдавленное с боков..... семейство Haustoriidae (частично) – род *Bathyporeia*
 – Антенны 1 не имеют коленчатого изгиба..... 10
- 10 Торакоподы 2 и 3 со слабыми гнатоподитами; торакоподы 6-8 с сильно расширенными копательными члениками (*Haustorius*) или, по крайней мере, с расширенным базисом и оперенными члениками ног (при использовании 60-кратного увеличения) семейство Haustoriidae (частично)
 – Торакоподы 2 и 3 с более или менее нормальными гнатоподитами; торакоподы 6-8 без сильно расширенных и оперенных члеников
- 11 Антенны 1 короче, чем ветви антенн 2; мандибулы без пальп; максиллипеды вентрально охватывают ротовой аппарат, который образует подобие большого "пузыря" под головой; пляжные амфиподы семейство Talitridae
 – Антенны 1 длиннее, чем стебель антенн 2; амфиподы не пляжные, или живущие в трубках..... 12
- 12 Сегменты уросом 2 и 3 слиты между собой; плеон и 1 сегмент уросом дорсально сильно зазубрены; мандибулы без пальп..... семейство Dexaminidae – *Dexamine spinosa*

– Все три сегмента уросом свободны.....	13
13 Коксальные площадки 4 позади зазубрены.....	17
– Коксальные площадки 4 позади не зазубрены; тельсон короткий и мясистый; тело дорсально всегда гладкое.....	14
14 Ветви уropод 3 всегда короче их стебля.....	15
– Ветви уropод 3 всегда длиннее их стебля.....	16
15 Длина третьего членика стебля антенн 1 менее половины длины второго членика.....	семейство Ampithoidae – <i>Ampithoe rubricata</i>
– Длина третьего членика стебля антенн 1 составляет более половины длины второго членика.....	семейство Ischyroceridae
16 Торакоподы 3 (вторые гнатоподы) у самцов хорошо развиты, у самок лишь несколько меньше чем торакопод 2 (первый гнатопод).....	семейство Aoridae
– Торакоподы 3 у самцов хорошо развиты, а у самок лишь несколько больше чем торакопод 2 (первый гнатопод).....	семейство Isaeidae
17 Глаза большие и почковидные; аксессуарный жгутик относительно длинный и заметный; торакоподы 2 и 3 примерно одинаковых размеров; тело дорсально гладкое, лишь в районе уросом с зубцами и волосками.....	семейство Gammaridae
– Эти признаки все вместе не встречаются.....	18
18 Тело дорсально гладкое; торакоподы 2 и 3 примерно одинаковой величины; глаза очень крупные, почти стыкуются между собой дорсально; уropоды 3 с примерно одинаковыми по длине ветвями; антенны 1 и 2 кажутся зазубренными –	семейство Calliopidae (частично) <i>Calliopus laeviusculus</i>
– Тело, по крайней мере в районе уросом, дорсально с зубцами, или с килем.....	19
19 Тело уже в районе торакомера 4-7 дорсально имеет киль и, соответственно, зубцы; аксессуарные жгутики заметные –	семейство Calliopidae (частично) – <i>Gammarellus homari</i>
– Тело в в районе торакомера 7 гладкое.....	20
20 Плеомеры 1 и 2 с каждой стороны имеют по одному дорсо-латеральному зубцу; аксессуарные жгутики заметные.....	семейство Gammaridae (част.) – <i>Pallasea quadrispinosa</i>
– Плеомеры 1 и 2 дорсально гладкие или иногда с сильным дорсальным зубцом.....	21
21 Плеомеры 1 и 2 дорсально сильно зазубрены.....	22
– Плеомеры 1 и 2 дорсально гладкие, сегменты уросомы дорсально с маленькими зубчиками и с или без мощных щетинок; у <i>Melita</i> spp. экзоподиты уropод 3 очень длинные, эндоподиты чешуеобразные.....	семейство Melitidae
22 Антенны 1 заметно длиннее антенн 2.....	семейство Pleustidae – <i>Parapleustis bicuspis</i>
– Антенны 1 и 2 примерно одинаковые.....	семейство Calliopiidae – <i>Apherusa bispinosa</i>

Ключ для определения видов из семейства Lysianassidae

- 1 Эпимеральная пластинка 3 с вытянутым, дорсально направленным острием; 1 и 2 членики стебля антенны 1 дисто-дорсально заострены и вытянуты, так что каждый следующий членик стебля перекрывает предыдущий..... *Hippomedon denticulatus*
- Эпимеральная пластинка 3 с затупленной вершиной; 1 и 2 членики стебля антенны 1 дисто-дорсально заостренно не вытянуты..... *Tryphosa nana*

Ключ для определения видов из семейства Amphilochoidae

- 1 Жевательные отростки мандибул вытянутые, без зубцов; торакоподы 3 с узловатым наростом на внутреннем краю дактилуса; дактилусы торакопод 2 без такого нароста; проподусы торакопод 2 и 3 широкие и длиннее карпуса; задний край эпимера 3 выпуклый *Paramphilochooides odontonyx*
– Эти признаки никогда не встречаются все вместе 2
- 2 Жевательные отростки мандибул не удлинённые, и не зазубренные; дактилусы торакопод 2 и 3 без узловатого нароста; проподусы торакопод 2 и 3 широкие и длиннее соответствующих карпусов; задний край эпимера 3 прямой; ладонь торакопода 3 вся "пильчатая" *Amphilochooides serratipes*
– Жевательные отростки мандибул не удлинённые, но зазубренные, с сильной жевательной поверхностью; дактилусы торакопод 2 и 3 без узловатых наростов; проподусы торакопод 2 и 3 тонкие и короче чем соответствующие карпусы; задний край эпимеров 3 выпуклый *Gitana sarsi*

Ключ для определения видов из семейства Talitridae

- 1 Экзоподиты уropод 1 имеют зубец лишь на конце, и не имеют зубцов по краю экзоподита *Orchestia platensis*
– Экзоподиты уropод 1 всегда имеют зубцы и на конце, и вдоль края экзоподита 2
- 2 Торакоподы 2 и 3 у обоих полов с ложными клешнями 3
– Торакоподы 2 и 3 у обоих полов простые 4
- 3 Мерусы и карпусы торакопод 8 у взрослых самцов сильно уплощены и расширены; торакоподы 3 самок без тонких постеро-дистальных лопастей на мерусе *Orchestia gammarellus*
– Мерусы и карпусы торакопод 8 у взрослых самцов не уплощены [и не расширены; торакоподы 3 самок с маленькими, тонкими постеро-дистальными лопастями на мерусе *Orchestia cavimana*
- 4 Торакоподы 3 самцов большие и вооружены ложными клешнями, внутренний край ладони прямой; стебель и ветви уropод 3 с шипами; тельсон с шипами, его длина равна ширине *Talorchestia deshayesii*
– Торакоподы 3 обоих полов без ложных клешней; уropоды 3 за исключением единственного длинного концевой шипа лишь несут щетинки. Ширина тельсона больше его длины, мясисто утолщенный *Talitrus saltator*

Ключ для определения видов из семейства Gammaridae

- 1 Плеомеры 1 и 2 дорсально несут с каждой стороны по 1 зубцу; эндоподиты уropод 3 много короче экзоподитов *Palassea quadrispinosa*
– Торакомеры и плеомеры дорсально гладкие 2
- Эндоподиты уropод 3 очень маленькие, их длина менее трети длины экзоподитов; тело и его придатки слабо опушены *Chaetogammarus stoerensis*
– Длина эндоподитов уropод 3 более, чем треть длины экзоподитов 3
- 3 Дистальный членик пальпы мандибулы окаймлен щетинками одинаковой длины 4
– Дистальный членик пальпы мандибулы окаймлен щетинками разной длины 7
- 4 Базис торакопода 8 с заметным дистальным нижним углом, не вооружен шипами, а лишь опушен длинными волосками; остальные членики ноги тоже опушены; волоски объединены в пучки, в которых лишь изредка попадаются шипы; коксальные площадки полукруглые по дистальному краю и заострены снизу; антенны 1 и 2 длинные и плотно опушены; уросомы дорсально с длинными волосками и группами

- шипов (как у *G. zaddachi*); пальпы мандибул лишь с одним рядом из 4-7 щетинок на наружной поверхности дистальных члеников *Gammarus duebeni*
 – Эти признаки вместе не встречаются 5
- 5 Второй членик стебля антенн 1 с тремя или более пучками волосков на вентральном краю; коксальная площадка 4 с полукруглым дистальным краем и заостренным задним концом; нижний край эпимеральной пластинки 3 лишь с одной маленькой щетинкой; пальп мандибулы в два ряда щетинок на наружной поверхности дистального членика; эндоподит уropод 3 короче, чем первый членик экзоподита..... *Gammarus oceanicus*
 – Коксальная площадка L-образная, с прямым дистальным краем; второй членик антенн 1 с одним или двумя пучками волосков; наружная поверхность дистального членика мандибулярного пальпа с одним рядом маленьких щетинок 6
- 6 Задний край эпиподита 3 с несколькими длинными щетинками; эндоподиты уropод 3 такой же длины, как первый членик экзоподита; на наружной поверхности дистального членика мандибулярных пальп имеется один ряд из более, чем двух щетинок..... *Gammarus locusta*
- 7 На нижнем краю базиса торакопод 8 имеются длинные волоски, располагающиеся друг от друга на расстоянии, меньшем их длины, остальные членики конечности с группами маленьких шипов и с волосками, длина которых примерно в 1,5 раз, или более, превышает длину шипов; Уросома с длинными волосками между дорсальными группами шипов; дистальный членик мандибулярных пальп несет на наружной поверхности более, чем четыре ряда щетинок; бокоплав очень сильно опущен..... *Gammarus zaddachi*
 – На нижнем краю базиса торакопод 8 имеются короткие волоски; они короче, чем их расстояния друг от друга. Остальные членики конечности с группами относительно длинных шипов, между которыми располагаются короткие волоски; уросома с короткими волосками между дорсальными группами шипов; дистальный членик мандибулярных пальп несет на наружной поверхности чаще всего два-три ряда щетинок *Gammarus salinus*

Ключ для определения видов из семейства Melitidae

- 1 Ветви уropод 3 примерно одинаковой длины; антенны 1 короче антенн 2 *Cheirocratus sundevalli*
 – Эндоподиты уropод 3 маленькие, чешуеподобные, экзоподиты предельно удлинены; антенны 1 длиннее антенн 2 2
- 2 Плеосома дорсально лишена зубчиков; Первый сегмент уросомы с одним маленьким зубчиком на дорсальной стороне; второй сегмент уросомы с каждой стороны несет по одной паре дорсолатеральных зубчиков; коксальная площадка 6 торакомер самки крючкообразно изогнута; тельсон с концевым шипом *Melita palmata*
 – Плеосома и уросома с дорсальными зубцами, расположение зубцов варьирует, обычно каждый сегмент несет маленькие зубцы, из которых находящиеся вдоль дорсальной средней линии наибольшие; коксальная площадка 6 торакомер самок не изогнута крючкообразно; тельсон без конечного шипа *Melita dentate*

Ключ для определения видов из семейства Haustoriidae

- 1 Антенны 1 имеют резкий изгиб между первым и вторым члениками стебелька..... *Bathyporeia pilosa*
 – Торакоподы 4-8 без пальцев; членики ног, прежде всего последние, сильно уплощены, расширены и несут короткие шипики..... *Haustorius arenarius*
 – Расширены лишь базисы последних торакомер, остальные ноги нормальные.. 3

- 3 Сегменты уросомы с выступом, который несет направленные вперед и назад шипы..... *Pontoporeia femorata*
 – Сегменты уросомы без выступов, несущих шипы..... *Pontoporeia affinis*

Ключ для определения видов из семейства Aoridae

- 1 Базис торакопод 3 с двойным рядом густых очень длинных щетинок, такие же щетинки имеются на дистальной части верхнего края карпуса и на верхнем краю проподуса, образуя густой фильтрующий аппарат *Leptocheirus pilosus*
 – Строение торакопод 3 другое; передний край их базиса лишь с короткими щетинками..... 2
 2 Аксессуарный жгутик антеннул короткий, короче первого членика жгута антенн 1; торакоподы 2 самцов с сильно расширенным карпусом, нижний край которого заметно зазубрен (дистальный зубец крупнее остальных)..... *Microdeutopus gryllotalpa*
 – Аксессуарный жгутик антеннул длиннее первых трех члеников жгута антенн 1 и более, чем трехчленистый..... 3
 3 Дактилусы торакопод 4 и 5 по крайней мере такой же длины, как их проподусы..... *Lembos longipes*
 – Дактилусы торакопод 4 и 5 короче, чем их проподусы 4
 4 Мерус торакопод 2 самцов длинный и вытянутый так, что его заостренный дистальный конец достигает почти до переднего края карпуса; торакоподы 2 и 3 самок имеют на вентральном краю ладони один сильный шип. *Aora typica*
 – Мерус торакопод 2 самцов не удлинен и не имеет вытянутого дистального конца; карпус торакопод 2 длинный, треугольный, с сильным дистальным зубцом; торакоподы 2 и 3 самок без сильных шипов на вентральной стороне проподуса..... *Microdeutopus anomalus*

Ключ для определения видов из семейства Isaeidae

- 1 Аксессуарный жгут крошечный, одночленистый, короче первого членика жгута антенн 1..... *Megamphobus cornutus*
 – Аксессуарный жгут заметный, многочленистый, длиннее первого членика жгута антенн 1 2
 2 Третий членик стебля антенн 1 длиннее второго; задне-нижний край эпимеральной пластинки 3 с маленькой вырезкой, нижний край которой заострен *Gammaropsis melanops*
 – Третий членик стебля антенн 1 значительно короче второго; задне-нижний край эпимеральной пластинки 3 закруглен..... *Protomedeia fasciata*

Ключ для определения видов из семейства Corophiidae

- 1 Карпус и мерус торакопод удлинены и слились друг с другом вдоль..... 2
 – Карпус и мерус торакопод не удлинены и не слились друг с другом вдоль; глаза плохо развиты..... *Unciola planipes*
 2 Первый-третий сегменты уросомы слились, швы задних краев сегментов дорсально не видны..... 5
 – 1-3 сегменты уросомы не слиты друг с другом, задние края отдельных сегментов хорошо различимы..... 3
 3 Голова без рострума, ее передний край равномерно выпукло закруглен; стебель и ветви урподы 3 почти параллельны и прямые *Corophium affine*
 – На голове имеется вполне заметный маленький треугольный рострум 4

- 4 Уроподы 3 с заметным выступом сзади внешнего края членика стебля; первый членик стебля антенн 1 вентрально с тремя шипами; тельсон с вогнутым задним краем и выпуклыми боковыми краями *Corophium multisetosum*
 – Членик стебля уропод 3 без выступа сзади внешнего края членика стебля; членик стебля антенн 1 волнистый с 0-2 шипами, отчасти также без шипцов; тельсон с вогнутыми боковыми краями и закругленным концом..... *Corophium volutator*
- 5 Слившиеся сегменты уросомы с закругленным наружным краем, под которым находятся уроподы с одной латеральной бороздой..... *Corophium lacustre*
 – Наружный край слившихся сегментов уросомы ступенчатый, уроподы, находящиеся под ними, с латеральными бугорками..... 6
- 6 Наружный край стебля уропод 1 проксимально опушен, и лишь дистально несет шипы; антенны 1 и 2 с непарными шипами, четвертый членик стебелька антенн 1 листовидно расширен и (у самок) шипами на нижнем и верхнем краях..... *Corophium crassicorne*
 – Наружный край стебля уропод 1 с шипами вдоль всей его длины; четвертый членик стебля антенн 2 (у самок) не расширен листовидно и с по крайней мере несет 2-3 пары групп шипов на вентральной стороне и по меньшей мере один дистальный шип; пятый членик стебля антенн 2 по крайней мере с одним вентральным шипом..... 7
- 7 Внутренний край стебля уропод 1 лишь с одним шипом; задний край тельсона выпукло закруглен *Corophium insidiosum*
 – Внутренний край стебля уропод 1 более чем с одним шипом, которые распределены неравномерно; тельсон с вогнутым задним краем; антенны 1 и 2 самок сильнее вооружены шипами, чем у *Corophium insidiosum*..... *Corophium bonnelli*

Ключ для определения видов семейства Ischyoceridae

- 1 Уроподы 3 одноветвистые, коксальные площадки очень короткие.....*Ericthonius brasiliensis*
 – Уроподы 3 двуветвистые, коксальные площадки длинные..... *Ischyrocerus anguipes*

Ключ для определения видов из семейства Podoceridae

- 1 Торакоподы 6-8 с очень узким базисом, они в целом очень длинные и тонкие.....*Dulichia falcata*
 – Торакоподы 6-8 не очень удлинены, базис торакопод 4 и 5 расширенный, овальный..... 2
- 2 Коксальная площадка 1 самцов вытянута вперед и заострена; коксальная площадка 2 короткая и более или менее прямоугольная; самки трудно отличимы от следующего вида, дактилус торакомер 3 должен быть длиннее ладони с ограничивающим ее шипом..... *Dyopedos monacanthus*
 – Коксальная площадка 1 самца примерно прямоугольная и очень короткая; коксальная площадка 2 впереди вытянута в длинное острие; самки с короткими дактилусами торакомер3, они достигают лишь длины ладони и шип дактилуса за ее пределы не выступает, будучи ограничен ладонью..... *Dyopedos porrectus*

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Köhn J., Gosselk F. Bestimmungsschlüssel der Malakostraken der Ostsee // Mitteilungen aus dem Zoologische Museum in Berlin. 1989. No. 65. S. 3-114.
2. Белофастова И.П., Гринцов В.А. О находке акантелл скребня *Telosentis exiguus* (von Linstow, 1901) у *Apherusa bispinosa* (Amphipoda, Calliopiidae) в Черном море // Vestnik zoologii. 2003. T. 37. № 4. С. 57-59.

3. Дитрих А.Н., Джабраилова Г.М. Экология морской блохи (*Talitrus saltator* Montagu, 1808) на побережье юго-восточной Балтики. Калининград: Издательство ФГБОУ ВПО КГТУ, 2007. 173 с
4. Потютко О.М. Фаунистическая характеристика бентоса литоральной зоны Куршского залива // Зоологический журнал. 2008, Т. 87. № 10. С. 1-10.
5. Березина Н.А., Петряшев В.В. Инвазии высших ракообразных (Crustacea: Malacostraca) в водах Финского залива Балтийское море) // Российский Журнал Биологических Инвазий. 2012. № 1. С. 2-18.
6. Антонов А.Е. Настоящее и будущее Балтики (долгосрочный метеорологический прогноз). СПб.: Гидрометеиздат, 1994. 96 с. [Antonov A.E. The present and the future of Baltic Sea (the long-term meteorological forecast). SPb.: Hydrometeoizdat, 1994. 96 p.]. (in Russ.).
7. Martin J.W., Davis G.E. An updated classification of the recent Crustacea // Natural History Museum. Science. Series. 2001. No 39. Los Angeles County. 123 p.
8. Gruner H.-E. Stamm Arthropoda. Lehrbuch der Speziellen Zoologie. Bd. I: Wirbellose Tiere. 4. Teil: Arthropoda (ohne Insecta). Jena: Gustav Fischer Verlag, 1993. S. 341-442.
9. Vonk R., Schram F.R. Ingolfiellidea (Crustacea, Malacostraca, Amphipoda): a phylogenetic and biogeographic analysis. Contributions to Zoology. 2003. V. 72. No 1. P. 39–72.
10. Vonk R., Jaume D. A new ingolfiellid amphipod crustacean from sandy beaches of the Gura Ici Islands, western Halmahera (North Moluccas) // The Raffles Bulletin of Zoology. 2013. V. 61. No 2. P. 547–560.

KEY FOR IDENTIFICATION OF THE AMPHIPODS (CRUSTACEA, AMPHIPODA) FROM BALTIC SEA

Burukovsky Rudolf N. Professor, doctor of the science

Federal state educational institution of higher education "Kaliningrad State Technical University", Kalinigrad, Russia, e-mail: burukovsky@klgtu.ru

68 species of amphipods from the 48 genus of 26 families are known in the Baltic Sea. High species diversity, a relatively small number of species in one genus – a sign of the not established fauna of amphipods of the Baltic Sea. Most of these species are known only from the western part of the Baltic. The next cycle of increasing salinity of the sea began in 2001-2013, which could cause migration of the amphipods to the east of the Western Baltic. The proposed key is a toolkit for monitoring this process.

СОСТАВ ПИЩИ КРЕВЕТКИ *EUALUS GAIMARDI BELCHERI* (BELL, 1855) (CRUSTACEA, DECAPODA, EUALUS) С ШЕЛЬФА МОРЯ ЛАПТЕВЫХ

Буруковский Рудольф Николаевич, профессор, д-р биол. наук
Кобяков Кирилл Александрович, студент, 15 ВА/2

ФГБОУ ВО «Калининградский государственный университет»,
Калининград, Россия, e-mail: burukovsky@mail.ru , kir.321@mail.ru

Исследовано содержимое 101 желудка креветки Eualus gaimardi belcheri из западной части моря Лаптевых. В сентябре 2016 г. на глубине 27 м креветки имели общую длину тела 36-61 мм. Самки находились в преднерестовом состоянии или только что отнерестились. Креветка питалась преимущественно детритом и двустворчатыми моллюсками. По типу питания она демонстрирует стратегию питания насыщающегося хищника

Введение

Креветка *E. g. belcheri* – один из самых обычных видов северных морей России. Это циркумполярный вид, который в арктических водах России встречается в Баренцевом море от Шпицбергена и Кольского полуострова, во всех арктических морях вплоть до Берингова моря. Обитает на глубинах 10-900 м, но, в основном, на шельфе [1]. Мелководная часть его ареала в арктических морях в настоящее время – районы добычи и поиска месторождений нефти и газа. Несмотря на это, биология гидробионтов данных районов, в том числе и состав их пищи, практически не изучена. Это не позволит в дальнейшем оценить результаты возможного воздействия на них вмешательства человека. Именно поэтому целью нашей работы стало описание состава пищи у данного вида на основании материалов, собранных на шельфе западной части моря Лаптевых.

Материалы и методика

Материал был собран научным сотрудником АтлантНИРО А.А Гусевым в западной части моря Лаптевых (74°30' с.ш., 113°58' в.д.) на глубине 27 м, в августе и сентябре 2016 года. Нами было исследовано содержимое 101 желудка *Eualus gaimardi belcheri*. В 73 из них была пища, 26 были полные.

Орудием лова послужил бим-трал. Размеры ячеи дели, использованной для сбора материалов, 10 мм. Креветки были зафиксированы в 4% растворе формалина. Перед тем, как приступить к исследованию содержимого желудков, их подвергали биологическому анализу по методике Буруковского [2]. В него входят: измерение общей длины креветки от заднего края орбит до конца тельсона, определение пола по наличию или отсутствию *appendix masculina* на эндоподите 2-х плеопод. У самок определяли стадии зрелости гонад и, при наличии яиц на плеоподах, стадию их эмбрионального развития.

При изучении содержимого желудков была использована методика Буруковского [3]. Степень наполнения желудков определяли по четырехбалльной шкале. Пищевой комочек помещали в каплю воды в чашке Петри и исследовали с помощью бинокулярного микроскопа МБС-10. В неполных желудках (баллы наполнения 1 и 2) определялся лишь состав съеденного. В полных, кроме этого, визуально оценивали долю в объеме желудка основных объектов пищевого комка с точностью до 10%. Пищевые и не пищевые объекты, составляющие менее 10% от объема пищевого комка, просто перечисляли. По результатам этого подсчитывали частоту встречаемости (процент встреч данно-

го компонента пищи от общего числа исследованных желудков с пищей), а также по данным, полученным при анализе полных желудков, рассчитывали состав реконструированного (или виртуального) усредненного пищевого комка, то есть средняя доля каждого компонента пищевого комка в его объеме, выраженная в процентах). Все пищевые компоненты, поддающиеся подсчету и измерению, пересчитывали и измеряли. Под названием «пищевые компоненты» мы подразумеваем и живые, и неживые остатки, встреченные в желудках, в отличие от «пищевых объектов», т.е. тех компонентов, которые используются креветкой в качестве пищи.

Длина тела креветок варьирует от 35 до 61 мм. Соотношение полов очень сильно разнится. Среди исследованных креветок лишь 13 особей (12,9%) были самцами, а 88 (87,1%) – самками (т.е. соотношение почти 1:9). Длина самок составляла 35-61 мм, самцов – 36-50 мм. Самки немного крупнее самцов, но большой разницы в размерах особей нет. Преобладающую размерную группу у самцов выделить невозможно из-за их небольшого количества. Суммарная кривая размерного состава самок унимодальна. Модальные размеры равны 42 мм. Следовательно, она заметно отклонена от кривой нормального распределения. Среди самок полностью преобладают особи с длиной тела от 40 до 49 мм, которые составляют 82,9% всех самок. Малое количество самцов и абсолютное преобладание в улове практически одной размерной группировки самок позволяет предположить, что мы исследуем биологическое состояние какой-то конкретной функциональной группировки креветок. И действительно, среди самок можно выделить: (1) особей с гонадами во II стадии зрелости (23,9%), (2) с созревающими гонадами (54,5%, причем 50% всех самок – с гонадами в IV-V стадиях зрелости, т.е. в преднерестовом состоянии), и (3) самок с только что отложенными яйцами на плеоподах (21,6%). Следовательно, во время сбора материалов в августе-сентябре 2016 г в западной части моря Лаптевых происходил нерест *E. g. belcheri*, и мы описываем состав пищи нерестовой части популяции вида.

Интенсивность питания

В период сбора материалов креветки питались довольно активно. Лишь у 27,7% креветок в желудках не было пищи. 29,7% меньше половины объема желудка было заполнено пищей или внем присутствовали лишь её следы. Желудки, наполненные более, чем на половину, и полные (наполнение желудка 2 и 3 балла) составляли 16,8 и 25,8% особей соответственно.

Общая характеристика компонентов пищевого комка

Все встреченные в желудках *E. g. belcheri* компоненты пищевого комка мы подразделили на следующие группы: песчинки, субстрат другого происхождения, детрит, растительные остатки, неопределимые остатки, а также остатки животного происхождения, чей статус можно определить до класса или отряда, или даже до вида.

Размеры песчинок варьировали от 0,06 до 5 мм, чаще всего составляя 0,11-0,20 мм. Наиболее крупные песчинки встречались обычно поодиночке, и лишь в нескольких случаях было обнаружено относительно много крупных песчинок. Следовательно, по Петелину [4] размеры песчинок варьировали от мелких алевроитов до псефитов, т.е. среднего гравия. Однако среди них полностью преобладают все же мелкие псаммофиты. Частота встречаемости (ЧВ) песчинок 56,1%. В полных желудках их доля варьировала от 10 до 60% (песчинки, занимающие 10 и более процентов объема полного желудка, были встречены лишь 4 раза, три из них они составляли 10-20% и один – 60% от объема пищевого комка), в среднем 4,2%. Следовательно, песчинки хоть и встречаются в каждом втором желудке, но, как правило, в очень малых количествах. Вероятно, результат так называемого “неаккуратного питания”.

Под субстратом мы понимаем неорганическую часть поверхностного слоя осадка, покрывающего дно. Это отличает его от детрита, который представляет собой "сложный комплекс из мертвого органического вещества, взвешенного в толще воды в виде частиц различного размера, и живущих на нем микроорганизмов" (цит. по: [5], стр. 399). Они хорошо различимы между собой в капле воды, в которую помещено содержимое желудка. Детрит обычно характеризуется рыхлостью, имеет вид хлопьев, так как набухает в капле воды, в падающем свете приобретая серый цвет, легко разбивается иголкой. Даже в тех случаях, когда пищевой комок с трудом разбивался иголкой, и в воде относительно не набухал, он все равно приобретал вид взвеси, не ложащейся на дно чашки Петри.

Субстрат имеет неорганическое происхождение. Его частицы настолько мелки, что их, по [4], можно отнести к пелитам, т.е. к глинистым илам. В отличие от детрита, он быстро оседает на дно сосуда, что позволяет по отдельности оценить доли субстрата и детрита в пищевых комках полных желудков. Иногда все содержимое желудка в капле воды приобретало слабо студенистую консистенцию. Мы предположили, что это слизь из жертв (двустворчатых моллюсков?), которая приобрела такую консистенцию под влиянием фиксатора (формалина).

Частота встречаемости субстрата практически совпадает с таковой песчинок (57,5% и 56,1%). Вряд ли такое совпадение случайно. Оно свидетельствует о том, что песчинки и субстрат попадают в желудок креветки вместе. Однако в отличие от песчинок, субстрат занимает четверть объема виртуального пищевого комка (25,0%), в результате этого вместе с песчинками неорганическая часть виртуального пищевого комка занимает почти треть его объема. Можно предположить, что это обстоятельство – закономерное следствие способа добывания пищи *E. g. belchleri*.

К этой же группе компонентов пищевого комка мы отнесли и растительные остатки, принадлежащие красным или бурым водорослям. Это были бесформенные обрывки длиной 1-4 мм.

Среди жертв *E. g. belchleri*, прежде всего, выделяются моллюски, а среди них – двустворчатые. Они представлены как целыми экземплярами, так и осколками раковин. Попадались остатки их мягкого тела. Моллюски явно были съедены живыми. Они относились к двум видам: *Musculus discors* (L. 1767) (?) и *Macoma calcarea* (Gmelin, 1791) (?) (определение пищевых объектов мы вели по [6]). Первый вид встречался единичными экземплярами. Второй абсолютно преобладал и по числу съеденных особей, и по частоте встречаемости. Правда, его целые экземпляры попадались редко: по одному, реже по два-три экземпляра. Судя по фрагментам раковин, креветки съедали за один акт питания не менее 10-15 моллюсков. Их размеры варьировали в пределах от 0,9 до 1,3 мм. Взрослые особи обоих видов достигают размеров 30-40 мм [6]. Следовательно, креветка питается недавно осевшей на дно молодью. Кроме них были встречены три вида брюхоногих моллюсков. Первые два – из переднежаберных (*Margarites helacinus* и *M. olivaceus*, имеющие размеры раковины, соответственно, 6 и 8 мм), и один вид – из заднежаберных моллюсков (*Diaphana globosa*, с раковиной размерами 1 мм [6]). Первые два вида, судя по размерам раковины, были взрослыми, а съеденные особи последнего вида были явно молодью. Встреченные в пищевых комках фораминиферы относятся к виду *Cibicides lobatulus* (диаметром от 3 до 6 мм) [6].

Полихеты относились к эррантным формам, что мы определили по их щетинкам, встречавшихся в пищевых комках. Фрагментов тел обнаружено не было.

Ракообразные были представлены остракодами (раковины около 1,1 мм длиной), и фрагментами амфипод (Gammaridea) и кумовых (*Diastylis rathkei* ?) [6]. Они измерению не поддавались. Четыре раза были встречены скелетные остатки офиур, и один раз попался хрусталик глаза рыбы (диаметром 1 мм – вероятно, малек).

Неопределённые остатки имели органическое происхождение (обычно обрывки хитина), предположительно принадлежавшие амфиподам или кумовым. Возможно, это были остатки предыдущего акта питания. Единственный раз в желудке были найдены бесформенные обрывки черного цвета. Так выглядит полуразложившаяся в анаэробных условиях органика или выстилка брюшной полости некоторых рыб. Мы предположили, что вероятнее первое.

Перечисленное выше позволяет сделать вывод, что *E. g. belcheri* бентофаг, сочетающий хищничество и детритофагию, иногда не пренебрегающий некрофагией.

Частота встречаемости пищевых объектов

Все объекты питания, в зависимости от их частоты встречаемости (ЧВ), можно разделить на три группы. В первую входят детрит и двустворчатые моллюски (ЧВ, соответственно, 96% и 49,3%). Это доминирующие объекты питания, хотя двустворчатые и встречаются в два раза реже. Ко второй группе мы отнесли полихет, кумовых раков, брюхоногих моллюсков, фораминифер, остракод и, с оговоркой, растительные остатки. Все они встречались с примерно одинаковой частотой (8,2-12 %), то есть в четырех-восемь раз реже детрита и двустворчатых. Такая разница не позволяет считать их второстепенными объектами питания. Скорее таким пищевым объектом по сравнению с детритом выглядят двустворчатые моллюски. Поэтому мы отнесли перечисленные выше жертвы к встречающимся время от времени, то есть к спорадическим пищевым объектам. Прочие пищевые объекты (офиуры, амфиподы, хрусталик глаза рыбы) мы считаем случайными.

Таблица

Состав пищи креветки *Eualus gaimardi belcheri*

Объекты питания	Частота встречаемости, %	Доля в виртуальном пищевом комке, %	Доля доминирования в пищевом комке, % (частная)
Детрит	96	46,5	52,1
Двустворчатые	49,3	19,2	21,7
Полихеты	12,3	-	-
Кумовые раки	9,6	1,2	-
Брюхоногие	9,6	1,2	-
Фораминиферы	8,2	-	-
Остракоды	8,2	-	-
Растительные остатки	8,2	0,4	-
Офиуры	5,5	-	-
Амфиподы	2,7	1,5	-
Хрусталик глаза рыбы	1,4	-	-
Неопределённые ост-ки	9,6	0,8	-
Субстрат	57,5	25,0	21,7
Песок	56,1	4,2	4,3
Объем материала	73	26	
Коэффициент Фроермана: 2,20		Индекс Тарвердиевой (общий): 88,5	

Детриту сопутствуют песок и субстрат, которые, вероятнее всего, захватываются вместе с детритом. Обращает на себя внимание хорошее совпадение частоты встречаемости в желудках субстрата, песка и двустворчатых моллюсков (57,5%, 56,1% и 49,3%). Возможно, они захватываются одновременно вместе в процессе потребления креветкой

двустворчатых моллюсков. Биотоп моллюсков из рода *Macoma* – самый верхний слой мягкого субстрата, куда они погружаются на глубину, почти равную длине их раковины. Следовательно, только что осевшая молодь, имеющая длину раковины 0,9-1,3 мм, находилась не глубже этого, и должны была быть вполне доступна креветке. Она, в процессе добывания пищи, захватывала вместе с моллюсками детрит, субстрат и песчинки. Благодаря этому мы считаем *E. g. belcheri* бентофагом-моллюскоедом, питающимся все-таки преимущественно эпифауной.

Виртуальный пищевой комок

Виртуальный пищевой комок (ВПК) сформирован 9 пищевыми объектами (табл.). Однако почти две трети его объема составляют детрит (46,5%) и двустворчатые моллюски (19,2%). Около 30% оставшегося объема занимают неорганические компоненты пищевого комка (субстрат и песок). Еще контрастнее полное преобладание в пищевых комках двух пищевых объектов (моллюсков и детрита) и двух компонентов пищевого комка (субстрата и песчинок) демонстрирует индекс Тарвердиевой. Лишь они в полных желудках могли занимать 60% и более от их объема. Частные индексы мало отличаются от доли соответствующих пищевых компонентов, но в сумме индекс Тарвердиевой равен 88,5%. Следовательно, почти в каждом полном желудке доминировал какой-то один компонент пищевого комка. Такое явление наблюдается у нападающих и пасущихся хищников [5].

Обсуждение

Объект нашего исследования – креветка *E. g. belcheri* из западной части моря Лаптевых, собранная в середине сентября 2016 г. Были изучены взрослые особи с общей длиной тела 35-61 мм, среди которых полностью преобладали преднерестовые и только что отнерестившиеся самки. Следовательно, полученные нами результаты характеризуют питание нерестовой части популяции вида. В этот период креветки питаются в основном детритом и моллюсками. Среди последних абсолютно преобладают и по частоте встречаемости, и по доле в объеме виртуального пищевого комка, и по частоте доминирования, двустворчатые моллюски (в основном, *M. calcareea*). По типу питания *E. g. belcheri* производит противоречивое впечатление. С одной стороны, она типичный собиратель-детритофаг. С другой стороны, она хищник, питающийся преимущественно моллюсками. Но размеры ее главных жертв – моллюсков, 0,6-8 мм, в основном 0,6-1,3 мм, а их количество в одном полном желудке достигало 10-15 экз. Следовательно, размеры тела хищника-креветки превышало размеры главных жертв на порядок (в 10 и более раз). Эти характеристики, а также коэффициент Фроермана, равный 2,20, значительно ближе к стратегии питания пасущегося хищника [5]. На данном этапе изученности *E. g. belcheri* мы считаем этот вывод наиболее правдоподобным.

Общее состояние изученности состава пищи *E. g. belcheri* очень невелико. Нам известна единственная работа [7], в которой, наряду с еще несколькими видами креветок, описан и состав пищи у 17 экз. *Eualus gaimardi* (вероятнее всего, у *E. g. belcheri*) неизвестных размеров, собранных в районе Шпицбергена в конце сентября 2001 на глубине 100 м. В желудке этих креветок были обнаружены детрит ("sediment/unidentified" – [7], табл. IV, стр. 706) с ЧВ 75% и долей в объеме 45,5% (О степени наполнения желудков авторы не сообщают), фораминиферы (ЧВ 6,3%) и, наконец, копеподы. Налицо общее сходство в составе пищи: полное преобладание детрита, эпибен-

тосные фораминиферы. С первого взгляда по отношению к этому контрастно выглядят копеподы. К сожалению, нам неизвестны размеры тела этих креветок. Можно лишь предполагать, что эти представители подкласса *Copepoda* относились к отряду *Naupacticoidea* – донных веслоногих раков. Если это так, то исследованные цитированными авторами креветки должны быть мелкими неполовозрелыми особями. Мы неоднократно наблюдали это явление: питание креветками-бентофагами на ранних этапах онтогенеза именно харпактикоидами (например, [8]), становясь в это время типичными пасущимися хищниками, потребителями мейобентоса. Если это так, то наблюдения [7] не противоречат нашим выводам.

На данном уровне изученности можно заключить, что *E. g. belcheri* в первую очередь собиратель (детритофаг), однако он ведёт себя как пасущийся хищник по отношению к гастроподам и двустворчатым моллюскам (классификация стратегий питания по Буруковский, 2017)[6].

Благодарности

Как упоминалось выше, материалы для нашей работы были собраны старшим научным сотрудником АтлантНИРО А.А. Гусевым. Мы выражаем ему самую искреннюю признательность за помощь.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Соколов В.И. Десятиногие ракообразные (Crustacea Decapoda) евразийских морей полярного бассейна: дисс. на соискание степени канд. биол. наук. М.: ВНИРО, 2001, 228 с.
2. Буруковский Р.Н. Методика биологического анализа некоторых тропических и субтропических креветок // Промыслово-биологические исследования морских беспозвоночных. М.: ВНИРО. 1992. С. 77–84.
3. Буруковский Р.Н. Питание и пищевые взаимоотношения креветок. Калининград: Издательство ФГОУ ВПО «КГТУ», 2009. 408 с.
4. Петелин В.П. Гранулометрический анализ морских донных осадков. М.: Наука, 1967. С. 11.
5. Буруковский Р.Н. Креветки западноафриканских вод (географическое распространение, закономерности горизонтального и вертикального распределения, жизненные формы и экологическая структура таксоценов). СПб.: Просп. науки, 2017. 512 с.
6. Определитель фауны и флоры северных морей СССР. (Под ред. Гаевской Н.С.) М.: Советская наука, 1948. 737 с.
7. Birkely S.B., Gulliksen B. Feeding ecology in five shrimp species (Decapoda, Caridea) from an arctic fjord (Isfjorden, Svalbard), with emphasis on *Sclerocrangon borealis* (Phipps, 1774) // Crustaceana. 2001. V. 76. No. 6. P. 699-715.
8. Буруковский Р.К, Трунова А.В. О питании креветки *Crangon crangon* (Decapoda, Crangonidae) в Кандалакшском заливе Белого моря в июле и сентябре 2004 года // Морские промысловые беспозвоночные и водоросли (биология и промысел). К 70-летию со дня рождения Б.Г.Иванова. 2007. Т. 147. С.181-203.

**THE COMPOSITION OF THE FOOD OF THE SHRIMP *EUALUS GAIMARDI*
BELCHERI (BELL, 1855) (CRUSTACEA, DECAPODA)
FROM THE CONTINENTAL SHELF OF THE LAPTEV SEA**

Burukovsky Rudolf Nikolaevich-Professor, doctor of biological sciences
Kobyakov Kirill Aleksandrovich-Student, group 15 VA/2

"Kaliningrad State Technical University", Kaliningrad, Russia,
e-mail: burukovsky@mail.ru , kir.321@mail.ru

The contents of 101 stomach shrimp Eualus gaimardi belcheri from the western part of the Laptev Sea were investigated. In September 2016, at a depth of 27 m, the shrimp had a total body length of 36-61 mm. The females were in pre-spawning condition or just spawned. Shrimp feeding of the detritus and bivalves.

УДК 591.69-7

**ПРОИСХОЖДЕНИЕ ФАУНЫ ПАРАЗИТИЧЕСКИХ КОПЕПОД
(CRUSTACEA: COPEPODA) РЫБ ВЬЕТНАМА**

Казаченко Василий Никитич, профессор, д-р биол. наук, профессор

ФГБОУ ВО «Дальневосточный государственный технический
рыбохозяйственный университет», г. Владивосток, Россия,
e-mail: prof.kazachenko@gmail.com

Целью работы является выяснение происхождения фауны паразитических копепод рыб Вьетнама. На основании собственных и литературных данных впервые показано, что паразитические копеподы рыб Вьетнама имеют тропическое происхождение. Тропическими являются представители родов Anuretes, Caligodes, Charopinopsis, Chauvanium, Clavellisa, Clavellopsis, Cybicola, Hatschekia, Hermilius, Lernanthropinus, Lernanthropodes, Mappates, Parapetalus, Pseudocaligus, Pseudocongericola, Pseudocycnus, Sagum, Sinocaligus и Synestius

В настоящее время практически нет работ, затрагивающих происхождение паразитических копепод рыб Вьетнама. Большой материал для реконструкции истории становления фауны дает палеонтологический материал.

Имеется несколько находок ископаемых останков веслоногих ракообразных; они датируются средним/поздним кембрийским периодом, найдены в Канаде (488-510 млн. л.н.) и Теннесси США (495-500 млн. л.н.) [1, 2 (Harvey et al., 2012; Harvey, Pedder, 2013)]. Фрагменты Copepoda были обнаружены в Омане (каменноугольный период, примерно 303 млн. л.н.) [3 (Sleden et al., 2010)]. Установлено, что копеподы обитали в Палеозойскую эру [4 (Boxshall, Jume, 2000)]. Ископаемые копеподы, относящиеся к семейству Cyclopidae, найдены в Калифорнии (Миоцен, 23.8-5.3 млн. л.) [5, 6 (Palmer, 1960; Wilkinson et al., 2010)]; в основном останки копепод относятся к родам *Aprocyclops* и *Acanthocyclops* [7 (Hołyńska et al., 2016)]. Кроме того, свободноживущие ископаемые копеподы были известны из неолитических отложений Англии [8 (Harding, 1956)]; из Плиоцена и Миоцена Северной и Южной Америк [5, 9 (Palmer, 1960, 1969)].

Известны только три работы, касающиеся ископаемых паразитических копепод рыб и все они посвящены одному виду копепод – *Kabatarina pattersoni* Cressey et Voxshall, 1989 (отряд Siphonostomatoida) из нижнего мела (мезозой, 110-120 млн. л.н.) Бразилии [10, 11, 12 (Cressey, Patterson, 1973; Cressey, Voxshall, 1989; Klompmaker, Voxshall, 2015)].

Хозяином этой копеподы была рыба *Cladocycclus gardneri* Agassiz из семейства Ichthyodectidae отряда Ichthyodectiformes [10, 11, 13 (Cressey, Patterson, 1973; Cressey, Voxshall, 1989; Нельсон, 2009)], представители которого вымерли; останки представителей семейства Ichthyodectidae известны с нижнего до верхнего мела [13 (Нельсон, 2009)]. Отсюда можно сделать предположение, что представители паразитических копепод рыб произошли ранее мелового периода. Тем более, по мнению академика Е.Н. Павловского, «паразитизм чуть моложе жизни на Земле». Известно, что существует филогенетический параллелизм эволюции паразита и хозяина [14, 15, 16 (Догель, 1962; Лебедев, 1995; Гапонов, 2011)], поэтому, скорее всего, паразитические копеподы рыб возникли в кембрии (рис. 1), так как из этого времени известны первые ископаемые останки позвоночных [(17, 18, 19, 20,21 Основы палеонтологии, 1964; Дарлингтон, 1966; Справочник по систематике ископаемых организмов, 1984; Микулин, 2003; Parenti, Ebach, 2009)]. Теоретически паразитические копеподы рыб появились после возникновения рыб, которые, по мнению палеонтологов, появились в палеозое и широко распространились в мезозое (низ верхнего триаса) [17, 18, 19, 22, 23, 24, 25 (Берг, 1962; Екман, 1953; Основы палеонтологии, 1964; Дарлингтон, 1966; Briggs, 1974; Справочник по систематике ископаемых организмов, 1984; The Timetree..., 2009)]. Общее представление о времени возникновения основных групп рыб дает рисунок 1.

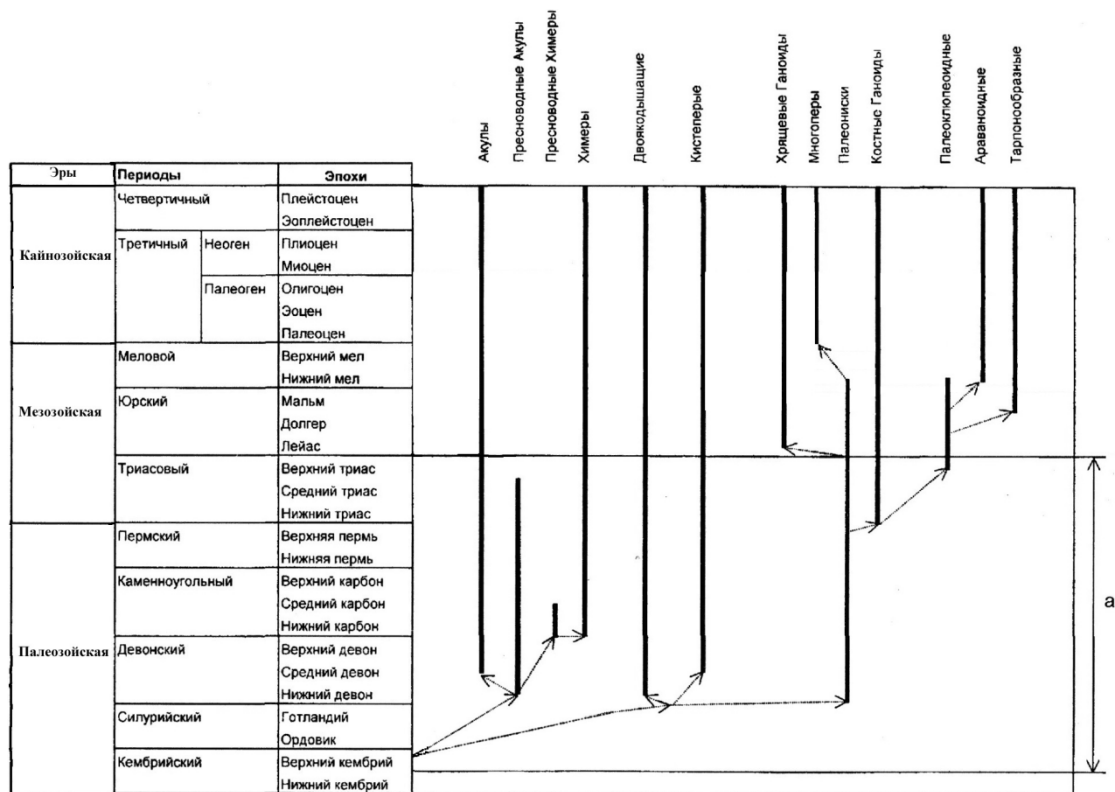


Рис. 1. Происхождение основных групп рыб (по 20 Микулин, 2003 с изменениями): а – время существования моря Тетис.

В мезозое появляются представители высокоорганизованных лучеперых – костные ганоиды (Holostei), которые к концу верхнего триаса широко распространяются. В действительности паразитические копеподы появились раньше, чем рыбы, так как среди копепод известно много паразитов беспозвоночных животных [26 (например, Dojiri, Cressey, 1987)]. Таким образом, появление паразитических копепод относится к далекому прошлому истории Земли, скорее всего, они возникли в протерозое [19 (Справочник по систематике ископаемых организмов, 1984)]. Более того, паразитические копеподы имеют полифилитическое происхождение [27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35 (Kabata, 1979; Кабата, 1983; Но, 1983, 1990, 1992, 1994, 1998; Huys, Boxshall, 1981; Boxshall, Halsey, 2004)].

Воды Вьетнама входят в Индо-Западно-Тихоокеанскую (Индо-Вест-Пацифическую) область [20, 23, 24 (Ekman, 1953; Briggs, 1974; Микулин, 2003)]. Она простирается от восточных берегов Африки до Полинезии, включая южную часть Японских островов [20, 23, 24, 36 (Ekman, 1953; Briggs, 1974; Кафанов, Кудряшов, 2000; Микулин, 2003)]. Эта область занимает почти половину тропической части Мирового океана и характеризуется большим разнообразием видов рыб [20 (Микулин, 2003)] и паразитических копепод рыб [37, 38 (Казаченко, Титар, 1984; Казаченко, 2017)], превышающих количество видов рыб и паразитических копепод рыб в любой другой области, основное разнообразие их находится в Индо-Малайской подобласти. Разнообразие животных объясняется большой древностью области, здесь сохранились остатки фауны моря Тетис. Море Тетис располагалось в тропической части Мирового океана и соединяло Тихий с Атлантическим океаном через современные Средиземное, Черное и Каспийское моря.

Распространение паразитических копепод рыб по океанам приведено в таблице № 1 [38 (Казаченко, 2017)]. Из нее видно, что наиболее богата фауна копепод Тихого, затем – Атлантического и Индийского океанов. Максимальное количество видов в Тихом океане позволяет сделать вывод, что центр возникновения этой группы животных находится здесь.

Таблица 1

Число таксонов паразитических копепод рыб Мирового океана и пресных вод

Океаны	Число		
	семейств	родов	видов
Северный Ледовитый	11	25	33
Атлантический	29	175	720
Тихий	29	206	873
Индийский	24	116	421
Пресные воды	8	44	245

Распространение большинства видов копепод в Тропической области Мирового океана дает основание связать происхождение этой группы животных с существованием моря Тетис – часть Мирового океана, возникшая в позднем палеозое, ограничена с севера и северо-запада Лавразией, а с юга и юго-запада – Гондваной (рис. 2).

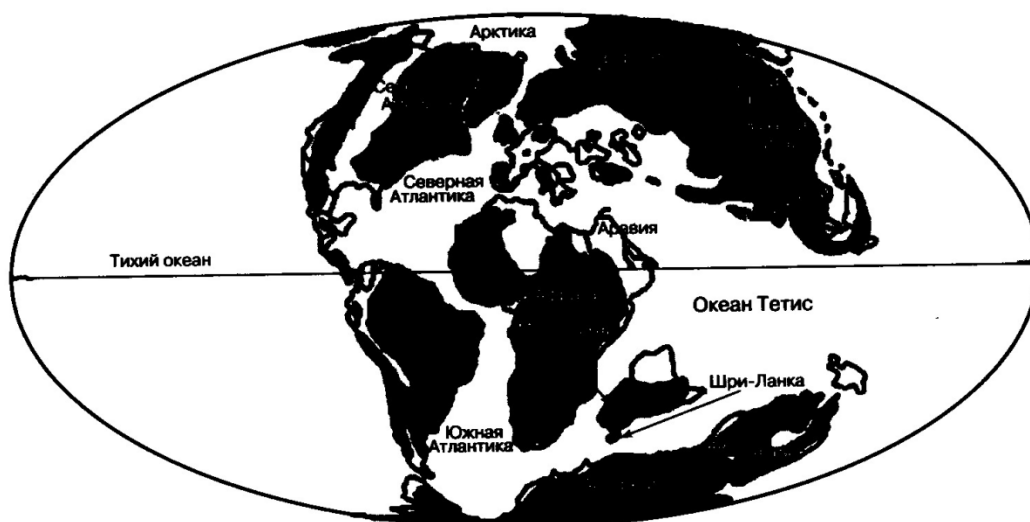


Рис. 2. Расположение континентов в среднем мелу [(по 20Микулин, 2003)]

Тропический шельф является древним местом формирования морской фауны животных, в том числе тропических и циркумтропических видов [18, 20, 23, 24, 39 (Ekmann, 1953; Дарлингтон, 1966; Briggs, 1974; Кусакин, 1979; Микулин, 2003)].

Об относительной древности центра можно судить по степени эндемизма.

Индо-Малайский центр имеет больше всего эндемичных родов (52) и подавляющее число эндемичных видов (121) паразитических копепод рыб. Здесь мы имеем дело с самым древним районом распространения копепод, в котором длительный процесс видообразования привел к формированию высокого ранга эндемизма.

Таким образом, особенности современного географического распространения паразитических копепод говорит в пользу Индо-Малайского архипелага, как первичного центра происхождения фауны паразитических копепод. Не исключено, что Индо-Малайский архипелаг также является историческим местом возникновения всех копепод в целом. К этому предположению мы приходим, исходя из особенностей современного распространения паразитических копепод рыб.

Исследование специфичности паразитических копепод (наши данные) показали, что только 67 видов зарегистрированы на *Elasmobranchii*, тогда как остальные (более 1700) приурочены к ныне господствующей группе рыб – *Teleostei*. Это позволяет, исходя из известных палеонтологических данных по костистым рыбам, предположить следующую хронологию в происхождении копепод.

В конце триаса и весь юрский период (мезозой) доминируют костные ганоиды. К концу юрского периода в круг хозяев предков копепод все больше и больше включаются костистые рыбы – в основном предки сельдеобразных [20, 22 (Берг, 1962; Микулин, 2003)]. В мелу происходит резкое сокращение костных ганоидов и их место занимают костистые рыбы, представленные значительным числом форм [40, 41 (Данильченко, 1964, 1978)]. Меловой период характеризуется регистрацией первых паразитических копепод рыб (см. выше).

Основная дифференциация копепод происходит в палеогене – время, когда костистые рыбы получили максимальное развитие и стали преобладающими в морских и пресноводных ихтиофаунах [40, 41 (Данильченко, 1964, 1978)].

Количество паразитических копепод рыб, зарегистрированных во Вьетнаме, равно 96 (собственные и литературные данные).

По количеству видов животных в зоогеографических областях можно судить о древности той или иной зоогеографической единицы. Чтобы показать количество видов

паразитических копепод рыб в разных районах Индо-Вест-Пацифики и роль каждого района в образовании фауны копепод, мы условно разделили эту зоогеографическую область на четыре подобласти: западная часть Индийского океана (135 видов, 60 родов, 20 семейств), Индийская (362, 97, 20), Полинезийская (359, 114, 22) и Японская (511, 138, 27). Число копепод в Японской подобласти объясняется большим количеством работ в этом районе.

Облик фауны паразитических копепод Вьетнама – тропический, что подтверждается тем, что здесь обитают копеподы распространенные в тропиках и субтропиках, например, представители родов *Anuretes* (*A. heckeli*, *A. branchialis*), *Caligodes* (*C. lacinia*), *Charopinopsis* (*Ch. quaternia*), *Chauvanium* (*Ch. chauvani*), *Clavellisa* (*C. dussumieriae*, *C. hilsae*, *C. obchordata*), *Clavellopsis* (*C. trichiuri*), *Cybicola* (*C. armatus*), *Hatschekia* (*H. albirubra*, *H. conifera*, *H. foliolata*, *H. hanguenvani*, *H. rotundigenitalis*), *Hermilius* (*H. longicaudus*, *H. pyriventris*), *Kroyeria* (*K. spatulata*), *Lernanthropinus* (*L. decapteri*, *L. forficatu*, *L. gibbosus*, *L. nemipteri*, *L. sphyraenae*), *Lernanthropodes* (*L. chorinemi*), *Lernanthropus* (*L. alatus*, *L. carangis*, *L. chrysophrys*, *L. francai*, *L. latis*, *L. nemipteri*, *L. opisthopteri*, *L. otolithi*, *L. polynemi*, *L. cornutus*, *L. chirocentrosus*, *L. villiersi*, *L. trifoliatus*, *L. lappaceus*, *L. sillaginis*, *L. triangularis*), *Mappates* (*M. plataxus*), *Metataeniacanthus* (*M. synodi*), *Parapetalus* (*P. hirsutus*, *P. longipennatus*, *P. orientalis*, *P. occidentalis*), *Pseudocaligus* (*P. laminatus*), *Pseudocongericola* (*P. chefoonensis*), *Pseudocycnus* (*P. appendiculatus*), *Sagum* (*S. sanguineus*, *S. vietnamiensis*), *Sinocaligus* (*S. formicoides*) и *Synestius* (*S. caliginus*).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Harvey T.H.P, Vélez M.I., Butterfield N.J. Exceptionally preserved crustaceans from western Canada reveal a cryptic Cambrian radiation// Proceedings of the National Academy of Sciences, 2012. Vol.109. P.1589–1594.
2. Harvey T.H.P., Pedder B.E. Copepod mandible palynomorphs from the Nolichucky Shale (Cambrian, Tennessee): Implications for the taphonomy and recovery of small carbonaceous fossils // PALAIOS, 2013. Vol. 28. P. 278–284.
3. Sleden P.A., Huys R., Stephenson M.H., Heward A.P., Taylor P.N. Crustaceans from bitumen clast in Carboniferous glacial diamictite extend fossil record of copepods [электронный ресурс] // Nature Communications, 2010. Vol. 1. № 50.
4. Boxshall G. A., Jume D. Making waves: the repeated colonization of fresh water by copepod crustaceans // Advances in Ecological Research, 2000. Vol. 31. P. 61–79.
5. Palmer A.R. Copepoda. In: Treatise on Invertebrate Paleontology. – Part. R. Arthropoda 4. Crustacea (exopt Ostracoda), Myriopoda-Hexapoda, 1969. P. 200-203.
6. Wilkinson I.P., Wilby P.R., Williams M., Riley D.A. Exceptionally preserved ostracodes from Middle Miocene paleolake, California, USA // Journal of the Geological Society, 2010. Vol. 167. P. 817-825.
7. Hołyńska M., Leggitt L., Kotov A.A. Miocene cyclopid copepod from a saline paleolake in Mojave, California // Acta Palaeontologica Polonica, 2016. Vol. 61. № 2. P. 345–361.
8. Harding J.P. A rare estuarine copepod crustacean, *Enhydrosoma gariensis*, found in the Holocene of Kent // Nature, Land, 1956. Vol. 178. P. 1127-1128.
9. Palmer A.R. Miocene copepods from the Mojave Desert, California // Paleont, 1960. - Vol. 34. – P. 447-452.

10. Cressey R.F., Patterson C. Fossil parasitic copepods from a lower Cretaceous fish // *Science*, 1973. Vol. 180. P. 1283-1285.
11. Cressey R., Boxshall G. *Kabatarina pattersoni*, a fossil parasitic copepod (Dichel-*esthiidae*) from a Lower Cretaceous fish // *Micropaleontology*, 1989. Vol. 35. N. 2. P. 150-167.
12. Klompmaker A.A., Boxshall G.A. Fossil Crustaceans as Parasites and Hosts. In *Advances in parasitology. Fossil Parasites*. Edited by K. Baets and D.T.J. Littlewood. Academic Press Elsevier, 2015. Vol. 90. P. 234-290.
13. Нельсон Д.С. Рыбы мировой фауны. М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2009. 880 с.
14. Догель В.А. Общая паразитология. Л.: Изд-во ЛГУ, 1962. 464 с.
15. Лебедев Б.И. Очерки по биоразнообразию и эволюционной паразитологии. Владивосток: Дальнаука, 1995. 208 с.
16. Гапонов С.П. Паразитология. Воронеж: Издательско-полиграфический центр Воронежского государственного университета, 2011. 776 с.
17. Основы палеонтологии. Бесчелюстные и рыбы. М. Наука, 1964. 522 с.
18. Дарлингтон Ф. Зоогеография: Географическое распространение животных. М.: Прогресс, 1966. 518 с.
19. Справочник по систематике ископаемых организмов (таксоны отрядной и высших групп). М. Наука, 1984. 225 с.
20. Микулин А.Е. Зоогеография рыб. М.: Изд-во ВНИРО, 2003. 436 с.
21. Parenti L.R., Ebach M.C. *Comparative biogeography. Discovering and classifying biogeographical patterns of a dynamic Earth*. University of California Press. Berkeley, Los Angeles, London, 2009. 295 p.
22. Берг Л.С. Избранные труды: в 5 т. – Изд-во АН СССР. –Т. 5: Общая биология, биогеография, палеоихтиология / под ред. Г.В. Никольского, Д.В. Обручева. М., 1962. 515 с.
23. Ekman S. *Zoogeography of the sea*. London, 1953. XIV+417 p.
24. Briggs J.C. *Marine zoogeography*. N.Y., 1974. 475 p.
25. *The Timetree of Life*. Edited Hedges B., Kumar S. Oxford University Press, 2009. 551 p.
26. Dojiri M., Cressey R.F. Revision of the Taeniacanthidae (Copepoda: Poecilostomatoida) parasitic on fishes and sea urchins // *Smith. Contrib. Zool.*, 1987. N. 447. P. I-IV, 1-250.
27. Kabata Z. Parasitic Copepoda of British fishes // *Ray. Soc.*, 1979. N. 152. 468 p., figs. 1-2031.
28. Кабата З. Эволюция и систематика паразитических копепод. В кн.: Эволюционная морфология беспозвоночных. Л.: Наука. 1983. С. 123-139.
29. Ho J.-s. Copepod parasites of Japanese surfperches: their inference on the phylogeny and biogeography of Embiotocidae in the Far East // *Ann. Rep. Sado Mar. Biol. St. Niigata Univ.*, 1983. N. 13. P. 31-62.
30. Ho J.-s. Phylogeny and biogeography of hakes (Merluccius; Teleostei): a cladistic analysis // *Fish. Bull.*, 1990. Vol. 88. P. 95-104.
31. Ho J.-s. Phylogenetic analysis of the Myicolidae, a family of poecilostome copepods chiefly parasitic in marine bivalve mollusks // *Acta Zool. Taiwanica*, 1992. Vol. 3. N. 2. P. 67-77.

32. Ho J.-s. Copepod phylogeny: a reconsideration of Huys & Boxshall's 'parsimony versus homology' // *Hydrobiologia*, 1994. Vol. 293/293. P. 31-39.
33. Ho J.-s. Cladistics of the Lernaeidae (Cyclopoida), a major family of freshwater fish parasites // *Journal of Marine Systems*, 1998. Vol. 15. P. 177-183.
34. Huys R., Boxshall G.A. Copepod evolution. London: The Ray Society, 1991. 468 p.
35. Boxshall G.A., Halsey S.H. An introduction to copepod diversity. London: The Ray Society. 2004. Part 1-2. 966 p.
36. Кафанов А.И., Кудряшов В.А. Морская биогеография. М.: Наука, 2000. – 176 с.
37. Казаченко В.Н., Титар В.М. Особенности географического распространения и практическое значение паразитических копепод рыб Тихого океана // Биологические основы рыбоводства: паразиты и болезни рыб. М.: Наука, 1984. С. 189-200.
38. Казаченко В.Н. Географическое распространение паразитических копепод (Crustacea: Copepoda) рыб // Материалы IV Международной научно-технической конференции «Научно-практические вопросы регулирования рыболовства» Владивосток, 18-19 мая 2017. С. 160-170.
39. Кусакин О.Г. Морские и солоноватоводные равноногие ракообразные (Isopoda) холодных и умеренных вод северного полушария. Подотряд Flabellifera. Л.: Наука, 1979. 472 с.
40. Данильченко П.Г. Надотряд Teleostei. Костистые рыбы. В кн.: Бесчелюстные, рыбы. М.: Наука, 1964. С. 396-484.
41. Данильченко П.Г. Надкласс Pisces рыбы. Надотряд Teleostei. В кн.: Развитие и смена органического мира на рубеже мезозоя и кайнозоя. Позвоночные. М.: Наука, 1978. С. 17-44.

Выражаю искреннюю благодарность Н.Н. Ковалевой за рисунок № 1.

ORIGIN FAUNA OF PARASITIC COPEPODS (CRUSTACEA: COPEPODA) FISH OF VIETNAM

Kazachenko Vasilyi Nikitich, Doctor of Biological Sciences, Professor

Far Eastern State Technical Fisheries University, Vladivostok, Russia,
e-mail: prof.kazachenko@gmail.com

The aim of this work is illuminate the origin of fauna parasitic copepods Vietnamese fish. For the first time, based on own and literary data, it was shown that the parasitic copepods of the fish of Vietnam are tropical origin. Tropical representatives of the genera are Anuretes, Caligodes, Charopinopsis, Chauvanium, Clavellisa, Clavellopsis, Cybicola, Hatschekia, Hermilius, Lernanthropinus, Lernanthropodes, Mappates, Parapetalus, Pseudocaligus, Pseudocongericola, Pseudocycnus, Sagum, Sinocaligus and Synestius.

**МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ЛЕЩА
(*Abramis brama* L.) РЕКИ НЕМАН В ОСЕННИЙ СЕЗОН 2017 Г.**

Казимирченко Оксана Владимировна, доцент, канд. биол. наук

ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет»,
Калининград, Россия, e-mail: oksana.kazimirchenko@klgtu.ru

*При клиническом исследовании леща реки Неман в осенний сезон 2017 г. отмечали признаки краснухоподобного заболевания, которое проявлялось в виде обширных зон покраснений, воспалений, язв и патологических изменений внутренних органов. Состав микрофлоры леща формировался за счет условно-патогенных видов *P. pseudoalcaligenes*, *Shewanella putrefaciens*, патогенных для леща *A. hydrophila* и сапрофитных бактерий родов *Alcaligenes* и *Bacillus**

Лещ (*Abramis brama* L.) – важный объект промысла в Куршском и Вислинском заливах Калининградской области. В реке Неман, впадающей в Куршский залив, по частоте встречаемости лещ относится к группе малочисленных видов, однако в составе общего ихтиоценоза реки играет существенную роль по биомассе [1, 2].

В настоящее время река Неман испытывает значительное антропогенное воздействие. Вещества, загрязняющие бассейн реки, собираются с обширных территорий Беларуси, Литвы, а также Польши и России. Основные экологические проблемы реки Неман связаны с поступлением загрязняющих веществ от промышленных и сельскохозяйственных предприятий. Наиболее часто встречающиеся загрязнители – это органические вещества, нефть и нефтепродукты, по качеству воды река отнесена к классу «загрязненная» [3, 4, 5].

Известно, что экологическое состояние промысловых видов рыб во многом определяется условиями их обитания. Установлена четкая зависимость между возникающими в популяциях рыб заболеваниями и уровнем загрязнения воды. Органическое загрязнение воды способствует интенсивному росту патогенной и условно-патогенной микрофлоры в воде водоемов, которые могут длительное время в ней циркулировать и не утрачивать свою патогенность, поэтому вода играет определяющую роль как фактор передачи своего заразного начала рыбе [6, 7, 8].

В лаборатории ихтиопатологии КГТУ на протяжении ряда лет проводятся мониторинговые микробиологические исследования леща с целью определения динамики видового состава патогенных и условно-патогенных бактерий, участвующих в развитии кожных патологий этого вида рыбы. Микробиологические исследования леща реки Неман проведены впервые. Основными задачи исследования были определить видовой состав бактериофлоры рыбы и среды ее обитания, выявить группы потенциально-опасной микрофлоры и проанализировать их циркуляцию в организме рыбы.

На бактериологический анализ было отобрано 35 экземпляров леща средней массой 1000 г и длиной 32 см, из них полному бактериологическому исследованию с изучением видового состава всех органов и тканей рыбы было подвержено 5 экземпляров леща. Неполный бактериологический анализ 30 экземпляров рыбы включал отбор микробиологических смывов с пораженных кожных покровов, плавников. Отбор проб рыбы проводили в осенний сезон 2017 г. из реки Неман в районе поселка Ясное Славского района Калининградской области. Микробиологическому анализу были также подвержены пробы воды, отобранные из места вылова рыбы. Исследование рыбы

включало проведение клинического и патологоанатомического анализа, микробиологических посевов органов и тканей рыб на селективные питательные среды, видовой идентификации штаммов бактерий по совокупности культуральных, морфологических, физиолого-биохимических признаков [9, 10]. При анализе воды применяли метод десятикратных серийных разведений [11] с последующим высевом суспензии на селективные питательные среды, которые использовались при посеве рыбы. Идентификацию бактерий проводили по определителям [12, 13, 14].

При проведении клинических исследований леща у 70% экземпляров на кожных покровах зарегистрировали кровоизлияния и покраснения ярко-красного цвета в виде пятен различного диаметра, располагающихся на брюшной стороне тела рыбы, вдоль боковой линии, у основания спинного плавника, в районе хвостового плавника, на жаберной крышке. У 30% экземпляров рыб вдоль боковой линии, около хвостового плавника обнаруживали язвы ярко-красного или бледно-розового цвета диаметром 1,5-3 см. У рыб с язвенными поражениями анальное отверстие было воспалено, характер выделений из ануса был кровянистым. При патологоанатомическом вскрытии у лещей с кожными патологиями фиксировали текучесть почек, обесцвечивание печени, воспаление стенок кишечника.

В составе микрофлоры леща реки Неман в осенний сезон 2017 г. было обнаружено 5 таксономических групп, с преобладанием грамотрицательных палочковидных бактерий (рис. 1).

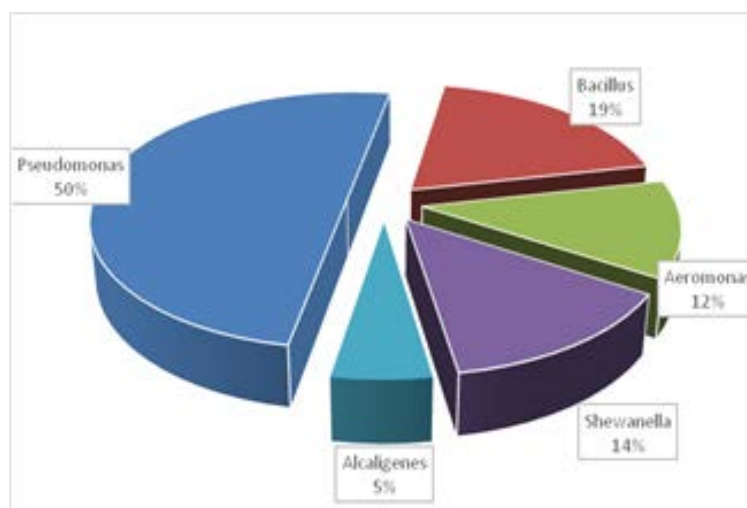


Рис.1. Состав бактериофлоры леща реки Неман в осенний сезон 2017 г.

В бактериофлоре рыбы осенью доминировали условно-патогенные бактерии рода *Pseudomonas* Migula 1894 (сем. Pseudomonadaceae). Псевдомонады широко распространены в окружающей среде, в основе космополитизма бактерий лежит их высокая биохимическая лабильность, обеспечивающая им приспособляемость к разнообразным условиям. Температурные границы для развития большинства видов псевдомонад лежат в пределах минус 4 °С до плюс 43 °С. Бактерии строго аэробны, за исключением видов, способных осуществлять процесс денитрификации. Облигатная аэрофильность псевдомонад обуславливает их развитие в поверхностных слоях воды естественных водоёмов. Бактерии хемоорганотрофы, но способны использовать одноуглеродные соединения [15, 16]. В ихтиобактериологии псевдомонады имеют значение в развитии вторичной инфекции у рыб или как этиологические агенты при различных патологических процессах. Часто бактерии рода *Pseudomonas* выделяются в смешанной микрофлоре рыб с другими грамотрицательными бактериями [17].

В микрофлоре леща псевдомонады были представлены одним видом - *P. pseudoalgaligenes* (Stanier 1966). Бактерии были не активными по ферментации углеводов, кроме фруктозы, обладали денитрифицирующей способностью, что свидетельствует о возможности их развития в анаэробных условиях среды. Данный вид псевдомонад обычно обсеменяет кожные покровы рыб, однако бактерии могут входить в состав микрофлоры больных рыб при таких бактериальных инфекциях как фурункулез, йерсиниоз [18].

Второй доминирующей группой бактерий в составе бактериофлоры леща были палочковидные бактерии рода *Bacillus* Cohn 1872 (сем. Bacillaceae), численность составила 19% штаммов от всей микрофлоры рыбы. Бацилл встречали как вегетативной, так и в споровой форме, бактерии были активными по ферменту протеазе. Бациллы не участвуют в развитии бактериальных инфекций у рыб, однако при высокой обсемененности рыбы бациллами возможна быстрая ее гнилостная порча, так как бактерии активно разлагают белки [19]. Видовой состав бацилл в микрофлоре леща был представлен двумя видами - *B. firmus* (Bredemann and Werner 1933) и *B. coagulans* (Hammer 1915). Бактерий *B. firmus* идентифицировали по наличию фермента фенилаланиндезаминаза. Данный вид бактерий обычно входит в состав кожных покровов и жабр рыбы наряду с другими видами сапрофитных бактерий [20]. Бактерии *B. coagulans* отличались активностью по ферментации маннита. Присутствие в микробиоценозе рыбы бактерий *B. coagulans* желательна, так как бактерии относятся к группе микроорганизмов с пробиотическими свойствами, используются в качестве добавок в корма выращиваемых рыб при заболеваниях рыб бактериальной природы [21].

Среди палочковидных грамотрицательных бактерий часто встречаемыми группами в бактериофлоре леща были бактерии родов *Shewanella* и *Aeromonas*. Бактерии рода *Shewanella* MacDonell and Colwell, 1985 (семейство Shewanellaceae [22]) в микрофлоре рыбы составляли 14% штаммов от всех выделенной микрофлоры. Бактерии данного рода были факультативными анаэробами, подвижными, не отличались биохимической активностью по отношению к углеводам, кроме глюкозы. Из бактериофлоры леща выделили один вид - *Sh. putrefaciens* (Lee et al. 1981), который относится к типовому виду данного рода бактерий. *Sh. putrefaciens* идентифицировали по способности образовывать сероводород при гидролизе пептона, входящего в состав двухсахарного агара Клиггера. У бактерий были также выявлен фермент протеаза. Данный вид бактерий достаточно широко распространен в объектах окружающей среды (морской, пресной воде, донных осадках), известен как причина гнилостной порчи рыбного сырья [23, 24], участвует в развитии бактериемии у человека [25]. В последнее время шеванеллы рассматриваются как этиологические агенты развития у рыб бактериальных инфекций по типу язвенного поражения кожи [26, 27].

Бактерии рода *Aeromonas* Stanier 1943 (семейство Aeromonadaceae) занимали в микрофлоре леща 12% штаммов от всех выделенных бактерий. Аэромонады были представлены опасным для леща видом - *A. hydrophila* (Chester 1901). Этот вид бактерий ферментировал углеводы, расщеплял белок с выделением сероводорода. Данные бактерии активно размножаются в воде при наличии легкодоступного органического вещества. Количество бактерий коррелирует с загрязненностью водоема, общим уровнем сапрофитных бактерий. Благодаря подвижности, активным ферментам бактерии *A. hydrophila* контаминируют рыбу, вызывая патологические изменения на кожных покровах в виде язв, обширных геморрагий. С током крови бактерии расселяются ко всем внутренним органам рыбы, вызывая септический процесс у рыб [17, 28, 29].

Незначительное количество штаммов (в среднем не более 5% от всех выделенных бактерий) в микрофлоре леща занимали грамотрицательные палочковидные бактерии рода *Alcaligenes* Castellani and Chalmers, 1919 (семейство Alcaligenaceae). Алкали-

генесы были представлены типовым видом - *A. faecalis* (Castellani and Chalmers 1919), характеризующийся инертностью по отношению к углеводам, аэробностью, способностью усваивать ацетат натрия в качестве единственного источника углерода. Данные бактерии – сапрофиты, часто встречаются в микрофлоре воды, грунтов водоемов, сточных водах. Бактерии *A. faecalis* относятся к сапрофитной непатогенной микрофлоре рыб, рассматриваются как бактерии с пробиотическими свойствами, так как фермент протеаза, выделяемый клетками алкалигенесов, ингибирует рост патогенных для рыб бактерий *Vibrio fluvialis*, *Pseudomonas fluorescens* [30].

Микробиологический анализ проб воды реки Неман показал присутствие в составе микрофлоры споровых бактерий рода *Bacillus* и грамотрицательных палочковидных бактерий рода *Alcaligenes* (рис. 2).

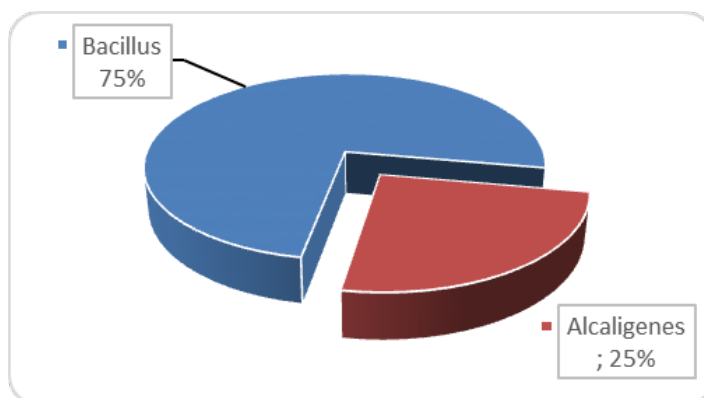


Рис. 2. Состав микрофлора воды реки Неман в осенний сезон 2017 г.

Споровые бактерии рода *Bacillus* в составе бактериофлоры воды преобладали (75% штаммов от всех выделенных бактерий) и были представлены теми же видами бактерий, что в микрофлоре леща - *B. firmus* и *B. coagulans*. Сапрофитные бактерии рода *Alcaligenes* занимали в микрофлоре речной воды 25% штаммов, были представлены типовым видом - *A. faecalis*.

Нами была проанализирована циркуляция и места локализации идентифицированных видов бактерий в организме леща (рис. 3).

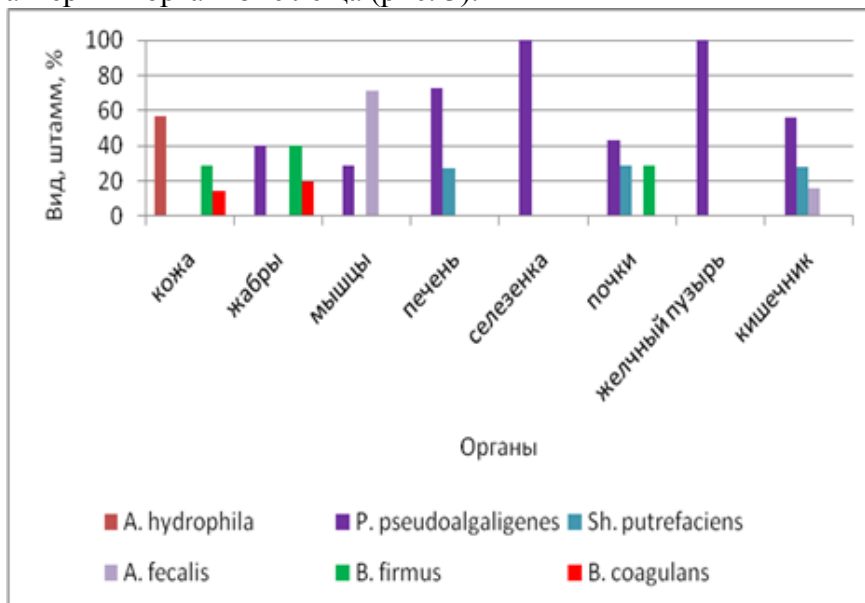


Рис. 3. Состав бактериофлоры органов леща реки Неман в осенний сезон 2017 г.

У леща в осенний сезон наибольшую бактериальную обсемененность по видам бактерий регистрировали в посевах кожи, жабр, почек и кишечника. Микрофлора печени и мышц была представлена только двумя видами бактерий, в составе микрофлоры желчного пузыря и селезенки обнаружен один вид бактерий.

Потенциально опасных для леща бактерий *A. hydrophila* регистрировали в микрофлоре кожи леща, при клиническом осмотре которой мы отмечали патологические изменения в виде единичных язв, кровоизлияний. Полученные данные согласуются с данными других исследователей о роли этого вида бактерий в развитии краснухоподобного заболевания леща в водоемах Калининградской области [31, 32]. Нами также установлено, что среда обитания леща в осенний сезон 2017 года не оказывала влияния на контаминацию рыбы патогенными аэромонадами. Возможно, бактерии *A. hydrophila* – специфичная микрофлора рыбы с патологическими изменениями кожных покровов.

Условно-патогенные для леща псевдомонады, представленные единственным видом *P. pseudoalgaligenes*, были характерны для микрофлоры жабр, селезенки, почек, желчного пузыря, печени, кишечника, в которой они доминировали. В микрофлоре жабр, печени, почек и кишечника псевдомонады присутствовали в ассоциациях с другими бактериями. В микрофлоре жабр наряду с псевдомонадами отмечали сапрофитных бацилл двух видов, из микрофлоры почек псевдомонады высевались вместе с условно-патогенными *Sh. putrefaciens* и споровыми *B. firmus*, из микрофлоры кишечника – вместе с шеванеллами и алкалигенесами. Бактерии *P. pseudoalgaligenes* составляли основу микрофлоры желчного пузыря и селезенки, а в микрофлоре печени псевдомонады присутствовали вместе с *Sh. putrefaciens*. Из посевов мышц этот вид псевдомонад высевался реже, здесь доминировали фекальные алкалигенесы. Возможными «воротами проникновения» условно-патогенных псевдомонад во внутренние органы леща служили жабры и кишечник, причем псевдомонады в этих органах – специфическая микрофлора, так как в микрофлоре воды они обнаружены не были. Распространение другого потенциально опасного для леща вида бактерий - *Sh. putrefaciens*, по всей вероятности, происходило через кишечник. Присутствие псевдомонад и шеванелл в паренхиматозных органах – печени, почках, селезенке – указывает на наличие вялотекущего септического процесса у леща. Это подтверждается клинической картиной при вскрытии рыбы – разжижение органов, обесцвечивание печени.

Сапрофитная микрофлора, состоящая из споровых бацилл, была в основном характерна для микрофлоры кожи и жабр, основным путем попадания сапрофитов служила вода реки Неман. У некоторых экземпляров рыб бактерий *B. firmus* выделяли из микрофлоры почек в ассоциации с бактериями *P. pseudoalgaligenes* и *Sh. putrefaciens*.

Таким образом, ихтиопатологический анализ леща реки Неман в осенний сезон 2017 года выявил экземпляры рыб с признаками краснухоподобного заболевания, которое проявлялось в виде обширных зон покраснений, воспалений, язв и патологических изменений внутренних органов. Патогенных для леща бактерий *A. hydrophila* выявляли на кожных покровах леща с патологическими изменениями. Условно-патогенных псевдомонад и *Sh. putrefaciens* обнаруживали во внутренних органах леща. Среда обитания не оказывала влияния на формирование условно-патогенной микрофлоры леща реки Неман.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Характеристика фонового состояния биоты реки Неман в зоне возможного воздействия Балтийского АЭС (Калининградская область) / С. В. Шibaев, А. В. Соколов, М. Н. Шibaева и др. // Научный журнал «Известия КГТУ». 2016. №42. С. 59-85.

2. Яблонская К. А. Предварительная оценка роли леща (*Abramis brama* L.) в малых пресноводных водоемах Калининградской области // V Балтийский морской форум. Всероссийская научная конференция «Водные биоресурсы, аквакультура и экология водоемов». Труды. Калининград: Издательство ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет». 2017. С. 98-101.
3. Нагорнова Н. Н., Берникова Т. А. Сезонная изменчивость гидрохимических условий р. Неман в пределах Калининградской области // Труды первой научно-практической конференции с международным участием, посвященной 60-летию атомной энергетики «Экологическая безопасность АЭС» (16-17 октября 2014 г., г. Калининград). Калининград: Изд-во «Аксиос». 2014. С. 67-76.
4. Экологическое состояние водоемов Калининградской области // Электрон. дан. Режим доступа URL: // http://gossmi.ru/page/gos1_989.htm (дата обращения 14.06.2018).
5. Государственный доклад «Об экологической обстановке в Калининградской области в 2016 году». Калининград, 2017. С. 42-43.
6. Ведемейер Г. А., Мейер Ф. П., Смит Л. Роль химических факторов в возникновении болезней рыб // Стресс и болезни рыб. М.: Легкая и пищевая промышленность, 1981. С. 63-99.
7. Микробиологический мониторинг при антропогенном загрязнении дельты Волги / Л. В. Ларцева и др. // Болезни рыб: сб. науч. тр.- М.: Компания «Спутник+». 2004. Вып. 79. С. 114-120.
8. Полтева А. В. Микробиологическая оценка экологического состояния заливов острова Сахалин с различной антропогенной нагрузкой: автореф. дис.... канд. биол. наук. Хабаровск, 2009. 28 с.
9. Практикум по ихтиопатологии: учебное пособие / Н. А. Головина, Е. В. Авдеева, Е. Б. Евдокимова, О. В. Казимирченко, М. Ю. Котлярчук / под ред. Н. А. Головиной. М.: МОРКНИГА, 2016. 417 с.
10. Сборник инструкций по борьбе с болезнями рыб: в 2 ч. М.: Отдел маркетинга АМБ-агро, 1998. Ч. 1. 310 с.
11. Общая и санитарная микробиология с техникой микробиологических исследований / под ред. А. С. Лабинской, Л. П. Блинковой, А. С. Ещиной. М.: Медицина, 2004. 576 с.
12. Определитель бактерий Берджи / под ред. Дж. Хоулта: в 2 т. М.: Мир, 1997. Т. 1. 432 с.
13. Пивоваров Ю. П., Королик В. В. Санитарно-значимые микроорганизмы (таксономическая характеристика и дифференциация). М.: Изд-во ИКАР, 2000. 268 с.
14. Buller N. B. Bacteria from fish and other aquatic animals: a practical identification manual. USA: CABI Publishing, 2004. 394 p.
15. Рубан Е. Л. Физиология и биохимия представителей рода *Pseudomonas*. М.: Наука, 1986. 200 с.
16. Беляков В. Д., Ряпис Л. А., Илюхин В. И. Псевдомонады и пседомонозы. М.: Медицина, 1990. 224 с.
17. Ларцева Л. В., Обухова О. В., Лисицкая И. А. Микрофлора рыб и других гидробионтов: учебное пособие / под ред. Ю. В. Альтуфьева. Астрахань: Издательский дом «Астраханский университет», 2008. 108 с.
18. Cipriano R., Dove A. Far from superficial: microbial diversity associated with the skin and mucus of fish // Health and Diseases of Aquatic Organisms: Bilateral Perspectives. East Lansing: MSU Press, 2011. P. 156–167.
19. Долганова Н. В., Першина Е. В., Хасанова З. К. Микробиология рыбы и рыбных продуктов. М.: Лань, 2012. 288 с.

20. Austin B. The bacterial microflora of fish // The scientific World Journal, 2002. № 2. P. 558-572.
21. Chieh-Yu P., Wang Yi-Da, Chen Jyh-Yih Immunomodulatory effects of dietary *Bacillus coagulans* in grouper (*Epinephelus coioides*) and zebrafish (*Danio rerio*) infected with *Vibrio vulnificus*. *Aquacult Int*, 2013. No 21. P. 1155–1168.
22. The Prokaryotes. A handbook of the biology of bacteria. Vol. 6: Proteobacteria: Gamma subclass / ed. Dworkin M. USA: Springer, 2006. 1240 p.
23. Stenström I. M., Molin G. Classification of the spoilage flora of fish, with special reference to *Shewanella putrefaciens*. *J Appl. Bacteriol.*, 1990. - № 68(6). – P. 601-618.
24. Jørgensen B. R., Huss H. H. Growth and activity of *Shewanella putrefaciens* isolated from spoiling fish. *J Food Microbiol*, 1989. № 9(1). P. 51-62.
25. Brink A. J., van Straten A., van Rensburg A.J. *Shewanella* (*Pseudomonas*) *putrefaciens* bacteremia. *Clin Infect Dis.*, 1995. № 20(5). P. 1327-32.
26. Pekala A., Kozińska A., Paździor E. Phenotypical and genotypical characterization of *Shewanella putrefaciens* strains isolated from diseased freshwater fish. *Journal of Fish Diseases*, 2014. Vol. 10. P. 69-80.
27. Paździor E. *Shewanella putrefaciens* – a new opportunistic pathogen of freshwater fish. *J Vet Res*, 2016. № 60. P. 429-434.
28. Cipriano R. C. *Aeromonas hydrophila* and motile aeromonad septicemias of fish. *Fish disease leaflet* 68, 2001. 25 p.
29. Aoki T. Motile *Aeromonads* (*Aeromonas hydrophila*). *Fish diseases and disorders*, 1999. Vol. 3. P. 427-453.
30. Annamalai N. et al. Characterization of protease from *Alcaligenes faecalis* and its antibacterial activity on fish pathogens. *J. Environ. Biol.*, 2011. Vol. 32. P. 781-786.
31. Чукалова Н. Н. Экологические факторы, обуславливающие эпизоотическое состояние леща (*Abramis brama L.*) в Куршском заливе Балтийского моря: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Калининград, 2008. 142 с.
32. Казимирченко О. В. Бактерии рода *Aeromonas* как доминирующая группа в составе условно-патогенной микрофлоры некоторых промысловых видов рыб Куршского залива // V Балтийский морской форум. Всероссийская научная конференция «Водные биоресурсы, аквакультура и экология водоемов». Труды. Калининград: Издательство ФГБОУ ВО «КГТУ», 2017. С. 269-273.

MICROBIOLOGICAL ANALYSIS OF BREAM (*Abramis brama L.*) FROM NEMAN RIVER IN AUTUMN 2017

Kazimirchenko Oksana Vladimirovna, Associate Professor, PhD in Biological Sciences

Kaliningrad State Technical University, Kaliningrad, Russia,
e-mail: oksana.kazimirchenko@klgtu.ru

*The clinical analyses of bream from Neman river in autumn 2017 revealed rubella signs on fish skin: wide zone of redness, inflammations, ulcers and some pathological changes in internal organs. The bream's microflora included facultative bacteria of *P. pseudoalcaligenes* and *Shewanella putrefaciens* species, pathogenic bacteria *A. hydrophila*, saprophytic bacteria *Alcaligenes* and *Bacillus genesis*.*

ВИДОВОЙ СОСТАВ ЗООПЛАНКТОНА ОЗЕРА ВИШТЫНЕЦКОГО В ЛЕТНИЙ СЕЗОН

Кривопускова Екатерина Владимировна, ведущий инженер кафедры ихтиологии и экологии
Шибаета Мария Николаевна, канд. биол. наук, доцент кафедры ихтиологии и экологии

ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет»,
Калининград, Россия, e-mail: katekrivopuskova@gmail.com, msh@klgtu.ru

В рамках проведенных исследований было обнаружено 72 вида и формы зоопланктона, в том числе и редкие для водоемов Калининградской области, что свидетельствует о влиянии на видообразование зоопланктонного комплекса озера Виштынецкого древних факторов, связанных с его происхождением. Исследования зоопланктона озера, таким образом, должны быть обязательно продолжены, с тем, чтобы не упустить необратимые изменения в его комплексе и в экосистеме водоема в целом

Видовая структура сообщества зоопланктона обуславливается множеством абиотических и биотических факторов, среди которых можно назвать морфометрические особенности водоема, гидрохимический и термический режимы, а также особенности биоты. Изменения, которые происходят в водоеме, отражаются на видовом составе и структуре зоопланктона, что делает его хорошим индикатором качества среды.

Основной причиной ухудшения экологического состояния водоемов зачастую является антропогенная деятельность, проводимая на площади водосбора. Она увеличивает количество биогенов, которое поступает вместе со стоками. В начале в прибрежную часть, а затем распространяются на всю акваторию.

Озеро Виштынецкое – уникальный трансграничный водоем, расположенный на юго-востоке Калининградской области. Озеро ежегодно посещает множество туристов [1, 2]. Существует стратегия развития инфраструктуры туризма в Калининградской области, которая затрагивает и природный парк «Виштынецкий». На побережье озера Виштынецкого модернизировано пять достаточно крупных баз отдыха, в том числе и детский оздоровительный лагерь «Жемчужина», что усиливает нагрузку на экосистему озера и площадь его водосбора [1, 2].

Настоящие исследования ставили своей целью определение современного видового состава зоопланктона российской части озера Виштынецкого в условиях расширяющегося рекреационного воздействия на его прибрежную часть.

Материал для настоящей работы был собран в летний период 2014-2017 гг. во время мониторинга, который проводится на озере Виштынецком кафедрой ихтиологии и экологии КГТУ, начиная с 1964 года.

Пробы зоопланктона отбирались на 22 станциях (рисунок 1). Станции охватывали все основные морфометрические зоны озера: литораль, сублитораль и профундаль. Сбор проб в литоральной зоне производится с помощью планктонной сети Джели, с диаметром входного отверстия 0,26 м, (мельничный шелк № 70), путем тотального лова от дна к поверхности или путем процеживания воды (100 л), через конус с идентичным ситом.

В сублиторальной и пелагической зонах отбор зоопланктона осуществлялся по-слоино батометром Молчанова, объемом 2 литра, через каждые 2 м. Пробы затем отфильтровывались через конус из мельничного шелка №70.

Отбор проб зоопланктона производился в конце июня- начале июля 2014-2017 гг. Среднемесячная температура воздуха составила +20... +25°C. Температура воды в поверхностном слое варьировалась от +15°C до +20°C, с глубиной - закономерно снижалась, в придонном слое температура воды составляла +7...+6,8 °С, и из года в год не подвергалась значительным изменениям.

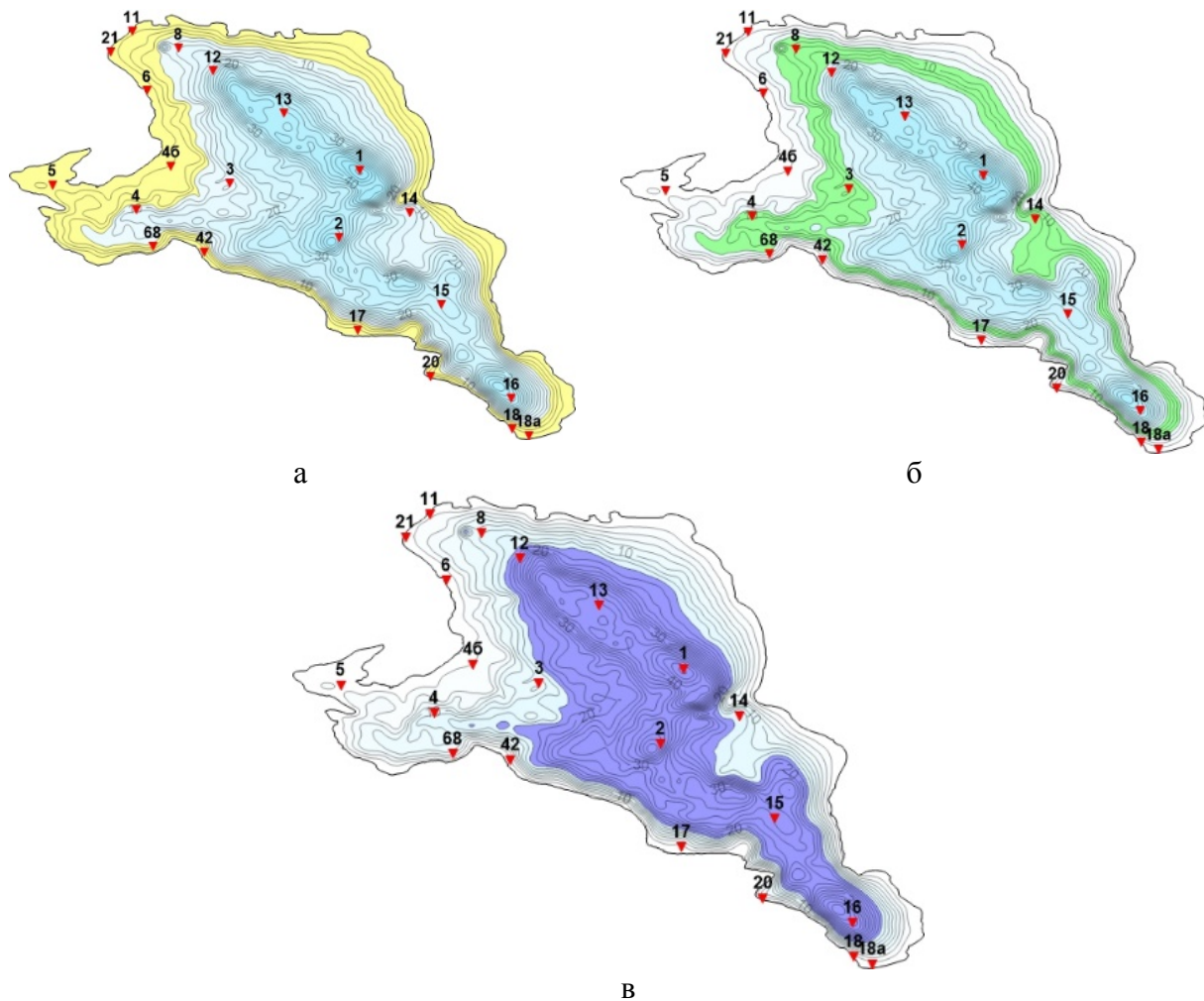


Рис. 1. Схема расположения станций
а - литораль; б – sublittoral; в - profundal

Всего было собранно около 350 проб зоопланктона. Качественный и количественный анализ отобранного материала производится по стандартным специализированным методикам и по соответствующим пособиям [3, 4, 5, 6, 7].

Опубликованных сведений о современном видовом составе, структуре и концентрации зоопланктона озера Виштынецкого не много [8, 9]. По предыдущим исследованиям в составе зоопланктона озера найдено 115 видов и форм (без учета простейших, простейшие не определялись). В результате настоящих исследований было обнаружено 72 вида и формы зоопланктона, среди них: тип *Rotifera* (Cuvier, 1798) - 17, подкласс *Copepoda* (H. Milne-Edwards, 1840) – 29 (в том числе *Calaniformes* – 4, *Cyclopyformes* – 23, *Harpactiformes* - 2), подотряд *Cladocera* – 26 (таблица 1).

Таблица 1

Таксономический состав зоопланктона оз. Виштынецкого в летний период

Год	2014	2015	2016	2017	Год	2014	2015	2016	2017
Rotifera					<i>Eubosmina coregoni</i> (Baird, 1857)	+	+	+	+
<i>Asplanchna herrickii</i> (de Guerne, 1888)	+	+	+	-	<i>Eurycercus lamellatus</i> (O.F. Müller, 1776)	-	+	-	+
<i>Asplanchna priodonta</i> (Gosse, 1850)	+	+	+	+	<i>Leptodora kindtii</i> (Focke, 1844)	+	+	+	+
<i>Asplanchna</i> sp. (Gosse, 1850)	+	+	-	-	<i>Polyphemus pediculus</i> (Linnaeus, 1761)	+	+	+	+
<i>Conochilus hippocrepis</i> (Schrank, 1803)	-	-	+	+	<i>Scapholeberis mucronata</i> (O.F. Müller, 1776)	+	+	-	+
<i>Conochilus unicornis</i> (Rousselet, 1892)	+	+	+	+	<i>Sida crystallina</i> (O.F. Müller, 1776)	+	+	+	+
<i>Euchlanis dilatata</i> (Ehrenberg, 1832)	+	-	+	-	<i>Simocephalus vetulus</i> (O.F. Müller, 1776)	-	-	-	+
<i>Euchlanis incisa</i> (Carlin, 1939)	-	-	+	-	Copepoda				
<i>Filinia longiseta</i> (Ehrenberg, 1834)	+	+	-	-	<i>Acanthocyclops</i> sp. (Kiefer, 1927)	+	-	-	-
<i>Filinia</i> sp. (Bory de St. Vincent, 1824)	+	-	-	-	<i>Acanthocyclops vernalis</i> (Fischer, 1853)	-	+	-	+
<i>Filinia teminalis</i> ((Plate, 1886))	+	+	+	+	<i>Cyclops abyssorum</i> (Sars G.O., 1862)	+	+	+	+
<i>Kellicottia longispina</i> (Kellicott, 1879)	+	+	+	+	<i>Cyclops furcifer</i> (Claus, 1857)	-	+	-	-
<i>Keratella cochlearis</i> (Gosse, 1851)	+	+	+	+	<i>Cyclops kolensis</i> (Lilljeborg, 1901)	-	+	+	+
<i>Keratella quadrata</i> (Müller, 1786)	+	+	+	+	<i>Cyclops scutifer</i> (Sars G.O., 1863)	+	+	+	+
<i>Polyarthra luminosa</i> (Kutikova, 1962)	+	+	-	-	<i>Cyclops</i> sp. (Müller O.F., 1785)	+	-	-	-
<i>Polyarthra major</i> (Burckhardt, 1900)	+	+	-	-	<i>Cyclops strenuus</i> (Fischer, 1851)	+	+	+	+
<i>Polyarthra</i> sp. (Ehrenberg, 1834)	+	+	+	+	<i>Cyclops vicinus</i> (Shmankevich, 1875)	+	-	+	-
<i>Synchaeta pectinata</i> (Ehrenberg, 1832)	+	-	-	-	<i>Diacyclops bicuspidatus</i> (Claus, 1857)	-	+	-	+
Cladocera					<i>Diacyclops</i> sp. (Kiefer, 1927)	+	+	-	+
<i>Acroperus angustatus</i> (Sars G.O., 1863)	-	-	-	+	<i>Eucyclops macruroides</i> (Lilljeborg, 1901)	-	-	-	+
<i>Acroperus harpae</i> (Baird, 1834)	+	+	+	+	<i>Eucyclops serrulatus</i> (Fischer, 1851)	+	-	-	+
<i>Alona affinis</i> (Leydig 1860)	+	+	+	-	<i>Eudiaptomus graciloides</i> (Lilljeborg, 1888)	+	+	+	+
<i>Alona costata</i> (Sars G.O., 1862)	-	-	-	+	<i>Harpacticoida</i> (Sars M., 1903)	+	+	+	+
<i>Alona quadrangularis</i>	-	+	-	-	<i>Heterocope</i>	+	+	+	+

Год	2014	2015	2016	2017	Год	2014	2015	2016	2017
(O.F. Müller, 1776)					<i>appendiculata</i> (Sars, 1863)				
<i>Alonella exigua</i> (Lilljeborg 1853)	-	-	+	-	<i>Macrocyclops albidus</i> (Jurine, 1820)	-	+	-	-
<i>Alonella nana</i> (Baird, 1850)	-	+	-	-	<i>Macrocyclops sp.</i> (Claus, 1893)	-	+	-	-
<i>Alonopsis elongata</i> (Sars G.O., 1862)	-	+	-	-	<i>Megacyclops gigas</i> (Claus, 1857)	-	-	-	+
<i>Bosmina longirostris</i> (Leydig, 1860)	+	+	+	+	<i>Megacyclops sp.</i> (Kiefer, 1927)	-	-	-	+
<i>Bythotrephes longimanus</i> (Leydig, 1860)	+	+	-	+	<i>Megacyclops viridis</i> (Jurine, 1820)	-	+	+	+
<i>Ceriodaphnia reticulata</i> (Jurine, 1820)	+	-	+	+	<i>Mesocyclops leuckarti</i> (Claus, 1857)	+	-	-	-
<i>Ceriodaphnia setosa</i> (Matile, 1890)	-	+	-	-	<i>Paracyclops fimbriatus</i> (Fischer, 1853)	+	-	-	+
<i>Ceriodaphnia sp.</i> (Dana, 1853)	-	+	+	-	<i>Thermocyclops oithonoides</i> (Sars G.O., 1863)	+	+	+	+
<i>Chydorus sphaericus</i> (O.F. Müller, 1776)	+	+	+	+	Копеподид <i>Calanoida</i>	+	+	+	+
<i>Daphnia cucullata</i> (Sars G.O., 1862)	+	+	+	+	Копеподид <i>Cyclopoida</i>	+	+	+	+
<i>Daphnia longiremis</i> (Sars G.O., 1861)	+	+	-	-	Науплиус <i>Calanoida</i>	+	+	+	+
<i>Daphnia longispina</i> (O.F. Müller, 1776)	+	-	-	-	Науплиус <i>Cyclopoida</i>	+	+	+	+
<i>Daphnia sp.</i> (O.F. Müller, 1785)	+	-	-	-	Науплиус <i>Harpacticoida</i>	-	+	+	+
<i>Diaphanosoma brachyurum</i> (Liévin, 1848)	+	+	-	+					

Часть видов постоянно присутствует в зоопланктоне, другая – появляется периодически. Летний зоопланктон характеризуется наибольшим числом видов в годовом аспекте. Однако и летом некоторые виды также появляются на короткий срок, спорадически, среди них нами отмечены *Alonella exigua*, *Acroperus angustatus*, *Simocephalus vetulus*, *Eurycerus lamellatus*, *Paracyclops fimbriatus* и некоторые другие.

В озере Виштынецком основная часть видов принадлежит к числу наиболее характерных для водоемов Европейской части России. Массовые виды планктонных ракообразных, встречаются также и в других водоемах области. Это представители эвритермного и умеренно тепловодного комплексов: *Thermocyclops oithonoides*, *Daphnia cucullata*, *Bosmina longirostris*, *Chydorus sphaericus*, *Cyclops scutifer* и др. Из видов, характерных для зоны смешанных лесов, отмечены *Diaphanosoma brachyurum* (прибрежная часть озера) и *Eubosmina coregoni* (одни из доминирующих видов сублиторали и профундали).

Кроме них, в составе зоопланктонного сообщества озера присутствуют хищные ветвистоусые ракообразные: *Bythotrephes longimanus*, *Leptodora kindtii* и *Polyphemus pediculus*. Виды из отряда *Cladocera* *Bythotrephes longimanus* и *Leptodora kindtii* в основном были приурочены к зоне открытой воды, но встречались и в прибрежной части, тогда как *Polyphemus pediculus* встречался только в области литорали.

В зоопланктоне озера имеются также представители коловраток - *Rotifera* северного ротаторного комплекса, доминируют среди которых *Asplanchna priodonta*, *Kellicottia longispina*, *Keratella quadrata*, Особое место занимают представители рода *Conochilus* (*Conochilus hippocrepis* и *Conochilus unicornis*). Благодаря своему колониальному образу жизни эти коловратки из года в год (за исключением 2017 года) лидировали по численности. Наибольшие пики их численности были приурочены к массовому цветению фитопланктона озера.

Особенности распределения зоопланктона по акватории озера заключаются в следующем. От литорали к пелагиали число видов сокращается почти в двое (рисунок 2). Наименьшее их число отмечается в сублиторальной зоне, а затем, в пелагиали, наблюдается снова небольшое увеличение видового разнообразия.

Между станциями число видов существенно колеблется. В области литорали выделяется станция 42 (в районе старейшей базы отдыха с российской стороны), где обитает около 30 видов.

В сублиторали больше всего видов встречается на входе в бухту Тихую (ст. 4), что объясняется закрытостью места, небольшой глубиной, хорошей прогреваемостью и развитием высшей водной растительности. Вместе с тем, район Тихой бухты и Утиный залив представляют собой своеобразный карман, куда при определенном направлении ветра и наличия циркуляционного течения сгоняется зоопланктон открытой части озера. [9].

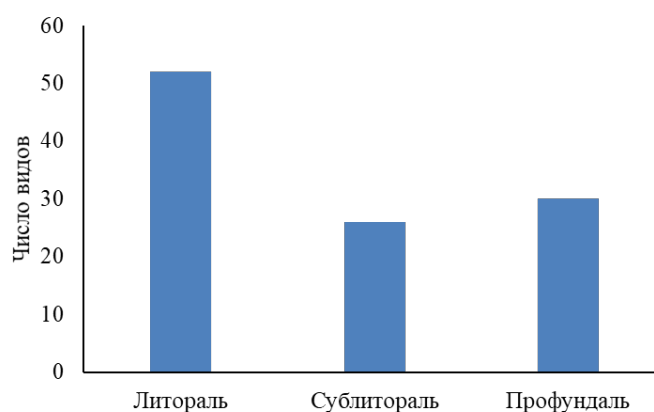


Рис. 2. Распределение видов по акватории оз. Виштынецком в летний период с 2014 по 2017 гг.

В пелагической части озера наибольшее количество видов найдено в районе Северной котловины - ст. 1 и глубоком месте на ст. 13. На ст. 16 наблюдается снижение видового разнообразия. Наиболее вероятной причиной снижения видового разнообразия может быть влияние течения рек Черницы и Визжайны, а также особенности циркуляции воды [9].

Комплекс видов, от которого зависит уровень количественного развития зоопланктона в озере невелик, в их числе: ветвистоусые ракообразные *Daphnia cucullata*, *Bosmina longirostris*, *Eubosmina coregoni*, веслоногие *Cyclops scutifer*, *Cyclops kolensis* и *Thermocyclops oithonoides*. В отдельные годы возрастает роль веслоногих ракообразных *Eudiaptomus graciloides*.

Значительную роль в формировании биомассы зоопланктона озера играют веслоногие ракообразные. В прибрежной части водоема соотношение между представителями подкласса *Copepoda* и подотряда *Cladocera* почти один к одному (рисунок 3). С увеличением глубины доля видов ветвистоусых ракообразных закономерно снижается, а доля коловраток, напротив, возрастает.

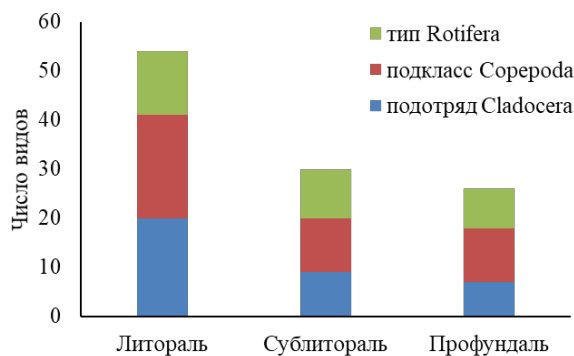


Рис. 3. Соотношение видов зоопланктона в различных зонах озера Виштынецкого в летний период с 2014 по 2017 гг.

Процесс эвтрофирования водоема, как правило, сопровождается увеличением численности и биомассы зоопланктона до определенных пределов [10, 11], а также перестройкой его видового состава (появлением новых или исчезновением обычных видов, а иногда и то, и другое вместе)

В настоящее время в озере не встречен вид веслоногих ракообразных *Diaptomus castor*, что, возможно, вызвано нарастанием процесса эвтрофирования. Однако, возможно существование многолетних обратимых циклических природных изменений зоопланктона. Так, например, в 70-е годы не встречались хищные ветвистосусые *Bythotrephes longimanus*, хотя в начале шестидесятых они присутствовали [9]. Кроме того, в летнее время всегда наблюдалось снижение концентрации олиготрофных видов *Eudiaptomus graciloides* и *Heterocope appendiculata*.

В зоопланктоне озера присутствуют виды, которые не встречены в других пресноводных водоемах Калининградской области *Conochilus hippocrepis*, *Daphnia longiremis*, *Leptodora kindtii* и *Heterocope appendiculata*, что свидетельствует о уникальности экосистемы озера.

Формирование планктонного комплекса оз. Виштынецкого находилось под влиянием древних факторов, связанных с его происхождением. По настоящее время в озере присутствуют реликтовые форм и виды зоопланктона.

Исследования зоопланктона озера, таким образом, должны быть обязательно продолжены, с тем, чтобы не упустить необратимые изменения в его комплексе и в экосистеме водоема в целом.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Кривоускова Е.В., Соколов А.В. Источники антропогенной нагрузки на озеро Виштынецкое в пределах его водосборного - IV Балтийский морской форум. Международная научная конференция "Водные биоресурсы, аквакультура и экология водоемов" -Калининград, 24-25 мая 2015 г. Калининград: КГТУ, 2016. С. 195-198

2 Кривоускова Е.В. Влияние рекреационной нагрузки на экологическое состояние российской прибрежной части акватории озера Виштынецкого в летний период. // Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промысловое и техническое использование. Материалы IX Всероссийской научно-практической конференции (20-22 марта 2018)/ ответственный за выпуск Н.Г. Клочкова. – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2018. С. 50-54.

3 Руководство по методам гидробиологического анализа поверхностных вод и донных отложений / под ред. В.А. Абакумова - Л.: Гидрометеиздат, 1983. - 239 с.

4 Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоемах // Зообентос и его продукция. - Л.: АН СССР ЗИН, 1982. - 33 с.

5 Определитель зоопланктона и зообентоса пресных вод Европейской России / под ред. В. Р. Алексеева, С. Я. Цалолихина: в 2 т. Москва: Товарищество научных изданий КМК, 2010. Т.1. Зоопланктон. - 495 с.

6 Кутикова, Л.А. Определитель пресноводных беспозвоночных Европейской части СССР / Л. А. Кутикова. Ленинград: Гидрометеиздат, 1977. – 511 с.

7 Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий / под ред. С. Я. Цалолихина: в 6 т. Санкт-Петербург: Наука, 1994. – 2004. Т. 1-6.

8 Шibaева М.Н., Кузьменко А.А., Масюткина Е.А., Кривопускова Е.В. Зоопланктон озера Виштынецкого - Труды научно конференции, к 100-летию высшего рыбохозяйственного образования России "Водные биоресурсы, аквакультура и экология водоемов" - Калининград, 25-26 сентября 2013 г. Калининград: КГТУ, 2013.-С. 295-298

9 Озеро Виштынецкое / Отв. ред. Тылик К.В., Шibaев С.В. Калининград: Изд-во «ИП Мишуткина», 2008. – 144 с.

10 Китаев С.П. Экологические основы биопродуктивности озер разных природных зон. М.: Наука, 1984. - 207 с.

11 Мордухай-Болтовской Ф.Д., Ривьер И.К. Беспозвоночные как показатели эвтрофирования водоемов //Научн. основы контроля качества поверхностных вод по гидробиол. показателям. Тр. Советско-англ. семинара. – М.: Наука, 1977. - С. 28-32.

SPECIES COMPOSITION OF ZOOPLANKTON OF THE LAKE VISHTYNYTSKOE IN THE SUMMER

¹Krivopuskova Ekaterina Vladimirovna, leading engineer of the department "Ichthyology and ecology"

²Shibaeva Maria Nikolaevna, Cand. Biol. Sci., Associate Professor of the Department of Ichthyology and Ecology

¹FGBEE HE "Kaliningrad State Technical University", Kaliningrad, Russia, e-mail: katekrivopuskova@gmail.com

²FGBEE HE "Kaliningrad State Technical University", Kaliningrad, Russia, e-mail: msh@klgtu.ru

As part of the research, the 72 species and forms of zooplankton were found in the lake Vishtynetskoe, some of them are very rare for freshwater bodies of the Kaliningrad region, which indicates the influence of ancient factors associated with its origin on the speciation of the zooplankton complex of the lake. Studies of the zooplankton of the lake, therefore, must necessarily continue, so as not to lose irreversible changes in its complex and in the ecosystem of the reservoir as a whole.

ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ РИСК НОВОГО КЛАССА ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ, РАЗРУШАЮЩИХ ЭНДОКРИННУЮ СИСТЕМУ ГИДРОБИОНТОВ: МЕХАНИЗМЫ ВОЗДЕЙСТВИЯ И БИОМАРКЕРЫ

Кудикина Наталья Петровна, доцент, канд. биол. наук
Омельницкая Элла Александровна, студент
Скоробогатых Ирина Александровна, студент

ФГАОУ ВО «Балтийский федеральный университет им. И. Канта»,
Калининград, Россия, e-mail: nkudikina@kantiana.ru,
ella.omelnitskaya@gmail.com, kayrin1704@gmail.com

*Впервые получены данные о влиянии двух половых стероидов эстрогена и тестостерона, отнесенных к группе загрязняющих веществ, нарушающих работу эндокринной системы гидробионтов на процесс регенерации модельного объекта планарии *Girardia (Dugesia) tigrina*. Оба гормона обладают выраженным морфогенетическим действием, зависящим от их функциональной значимости и стадии восстановительного процесса. Высокая чувствительность и выраженная реакция на наличие в водной среде половых стероидов позволяют предложить изученный вид в качестве организма-биомаркера для определения экологических рисков загрязняющих веществ, разрушающих эндокринную систему гидробионтов*

Введение

Появляется все больше сведений о наличии в окружающей среде веществ, вызывающих нарушения в эндокринной системе животных [1]. Эффекты этих соединений выявлены у беспозвоночных, рыб, пресмыкающихся и птиц и могут распространяться на млекопитающих, в том числе и на человека [2,3]. Вследствие их воздействия нарушается репродуктивная функция, увеличивается частота ряда злокачественных новообразований и некоторых гормонозависимых патологических процессов (аномалий ЦНС, нарушений функции различных желез и иммунитета и т.д.) [2,3,4].

Учитывая серьезность возникшей проблемы, Организация экономического сотрудничества и развития Европейского союза (ОЭСР) специальным решением выделила химические вещества, нарушающие работу эндокринной системы в особую группу (Endocrine-Disrupting Chemicals - EDC). К ним относится более 500 экзогенных химических соединений, негативно влияющих на здоровье интактного организма или его потомства путем нарушения его эндокринных функций. Лабораторные исследования показали, что эти соединения могут препятствовать синтезу, секреции, транспорту, метаболизму и нарушать механизмы действия природных гормонов, ответственных за поддержание гомеостаза и регуляцию различных процессов в организме [5].

Большинство EDC принадлежит к группе стероидных гормонов и их метаболитов. Сюда же относятся эндокринные модуляторы и вещества гормониметики, имитирующие физиологические эффекты гормонов (алкилфенолы, фталаты, антипирены, хлорорганические соединения и др., а также фармацевтические препараты и продукты личной гигиены) [6].

EDC гормонального происхождения были обнаружены во всех видах водных экосистем (пресноводных, солоноватых и морских), а также в сточных водах и водах аквакультурных хозяйств. Установлено, что «экологические» эстро- и андрогены (мужские и женские половые гормоны), по крайней мере, частично ответственны за нару-

шение воспроизводства и развития в некоторых популяциях водных животных (рыб, моллюсков и ракообразных) [6-8].

Все это стало причиной того, что исследования эндокринных расстройств вызванных разными группами EDC стали главной темой в водной токсикологии последнего десятилетия, при этом в основном они касались только позвоночных животных. Сложность и недостаточная изученность эндокринной системы беспозвоночных - ключевых структурных и функциональных компонентов экосистемы, составляющих 95% всех наземных и водных видов животных - стали существенным препятствием для их изучения [5].

Первоочередной проблемой для изучения механизмов воздействия различных типов EDC на беспозвоночных гидробионтов стал выбор объектов исследования – организмов биомаркеров. В настоящее время в этом качестве в основном используют представителей разных видов моллюсков и традиционных для водной токсикологии планктонных ракообразных [9, 10, 11, 12]. Однако даже для этих двух групп, которые можно считать наиболее изученными с точки зрения особенностей воздействия стероидов (в основном половых — андрогенов и эстрагенов), их метаболитов и ряда гормонимиметиков на процессы их роста и развития, данные имеющиеся в литературе весьма ограничены. В основном они представлены единичными и разрозненными сведениями с трудом поддающимся обобщению. [13, 14, 15, 16, 17]. Для правильной оценки экологических рисков, связанных с непрерывным поступлением и накоплением этих химических соединений в водных экосистемах, необходим поиск новых видов гидробионтов - биомаркеров, позволяющих раскрыть механизмы влияния EDC на процессы их роста и развития.

Одним из таких объектов могут стать плоские черви (*Turbellaria*, *Plathelminthes*), благодаря своей уникальной способности к регенерации за счет расположенных по всему их телу плюрипотентных клеток неопластов, способных продуцировать все типы клеток в ответ на травму или ампутацию [18, 19]. Наряду с этим в экспериментальных исследованиях регенерация рассматривается не только как модель восстановительных процессов, но и как аналог эмбриогенеза и соматического роста животных [20], что делает планарий очень привлекательным объектом для оценки экологических рисков разных химических соединений, присутствующих в водной среде. Важным аргументом за возможность использования их для тестирования веществ эндокринной природы является наличие у них собственной системы эндокринной регуляции основных процессов жизнедеятельности (размножения, созревания, формирования полового аппарата, регенерации, поведения и памяти), включающей наряду с нейросекреторными факторами и стероидные гормоны [21]. Немаловажной является и собственная экологическая значимость турбеллярий, представляющих большую и таксономически разнообразную группу водных беспозвоночных. Значение плоских червей в водных биоценозах связано с участием их в пищевых цепях и регуляцией численности других видов [22].

В связи с этим цель данной работы — изучение влияния двух половых стероидных гормонов (эстрадиола и тестостерона) на процесс репаративной регенерации бесполой лабораторной расы планарии *Girardia (Dugesia) tigrina*.

Материал и методика

В эксперименте использовалась лабораторная культура бесполой расы планарий *Girardia (Dugesia) tigrina*, предоставленная Институтом биофизики клетки РАН, Пущино. Животных содержали в затемненных пластиковых ёмкостях с артезианской и дистиллированной водой (2:1) при температуре 19-21 °С. Червей кормили раз в неделю личинками хирономид (фирма Katrinex). Перед проведением опыта планарий выдержи-

вали голодными в течение недели. Регенерация вызывалась ампутацией передней трети тела планарии.

Для оценки степени чувствительности планарий к разным концентрациям половых стероидных гормонов тестостерона и эстрадиола и определения рабочей концентрации проводилась предварительная серия экспериментов. Изучалось влияние тестостерона в диапазоне концентраций от 10^{-3} мг/мл до 10^{-1} мг/мл, и влияние эстрадиола в диапазоне концентраций от 10^{-5} мг/мл, до 10^{-2} мг/мл. При этом оценивалось влияние различных концентраций гормонов на выживаемость планарий.

Для оценки характера и степени воздействия изучаемых гормонов на процесс регенерации планарий в основной серии экспериментов в качестве рабочей концентрации тестостерона использовалась концентрация 10^{-3} мг/мл, а эстрадиола — 10^{-4} мг/мл. Регенерирующие животные в опытной группе содержались в стеклянных чашках Петри с 30 мл стандарта гормона. Контрольная группа планарий содержалась в чашках Петри в 30 мл раствора артезианской и дистиллированной воды, по 10 регенерантов в каждой чашке. Стандарты гормонов (Sigma-Aldrich) вносились в количестве 30 мл в чашки Петри, в которых содержались регенерирующие планарии. Опыт проводился в двух повторностях. Продолжительность его составила 12 суток.

В ходе проведения основной серии эксперимента осуществлялась оценка стабильности химических показателей среды содержания планарий. На постоянном уровне поддерживались следующие гидрохимические характеристики: температура – 19-21 °С, (Мультитест ИПЛ-101 (СЕМИКО)), содержание кислорода – 7,8 мг/л (оксиметр HI-9146-04 (Hanna)), кислотность – 7,6 pH (Ph-метр FE30 (Metler Toledo)).

Для количественной оценки результата регенерации использовали метод прижизненной компьютерной морфометрии. В основе метода лежит способность планарий к однонаправленному движению в горизонтальной плоскости, а также наличие четкой границы между непигментированной бластемой, которая образуется на раневой поверхности тела животного в результате миграции в эту область и пролиферации стволовых клеток, и пигментированной частью тела. Для получения изображений планарий использовали микроскоп OLYMPUS CX41LF, оснащенный цифровой камерой OLYMPUS U-CMAD3. Для измерения площади образовавшейся бластемы и регенерирующего фрагмента изображения обрабатывали в программе Zen lite 2011. Измерения проводили через каждые 24 часа в течение 12 дней.

Известно, что после травмы необласти фагоцитируют, пролиферируют и мигрируют, образуя непигментированный бутон регенерирующей ткани – бластему. В качестве количественного критерия развития бластемы использовали абсолютное значение площади проекции бластемы s и коэффициент регенерации, вычисляемый по формуле:

$$KP = (s/S) \cdot 100\% \quad (1)$$

где – s – площадь бластемы, S общая площадь регенеранта [23].

Объем изученного в ходе морфометрического исследования материала представлен в таблице 1.

Обработка результатов проводилась с использованием t-критерия Стьюдента для уровня значимости 0,95%.

Объем исследуемого материала

	Концентрация гормона, мг/мл	Длина тела, мм	Сроки эксперимента, дней	Количество особей	Регистрируемые показатели
Предварительная серия					
Тестостерон	Минимальная концентрация (10^{-3} мг/мл)	9-11	6	30	Выживаемость
	Максимальная концентрация (10^{-1} мг/мл)				
Эстрадиол	Минимальная концентрация (10^{-5} мг/мл)	9-11	6	30	
	Максимальная концентрация (10^{-2} мг/мл)				
Основная серия					
Тестостерон	10^{-3} мг/мл	9-11	12	30	Площадь бластемы Коэффициент регенерации
Эстрадиол	10^{-4} мг/мл	9-11	12	30	
Контроль	раствор артезианской и дистиллированной воды	9-11	12	60	
Итого	-	-	-	180	-

Результаты

1. Влияние эстрадиола на характер регенерации планарий

1.1. Влияние эстрадиола на рост регенерационной бластемы бластемы

Через сутки после декапитации площадь бластемы у планарий в экспериментальной группе увеличилась в 2 раза по сравнению с контролем. На 3 сутки различие в размерах восстанавливаемых участков у экспериментальных и контрольных животных достигло максимальной для всего экспериментального периода величины (более, чем в 2 раза). Высокая скорость роста бластемы под влиянием эстрадиола сохранялась вплоть до 5-х суток опыта. Начиная с 6-х суток опыта, стимулирующее действие эстрадиола постепенно снижалось, при этом характер влияния гормона на рост бластемы не менялся. На завершающем этапе регенерации (11-12 сутки), гормон не оказывал существенного воздействия на процесс роста бластемы. Размеры площади восстанавливаемых участков в контрольной и экспериментальной группах были представлены сходными величинами (Рис. 1.).

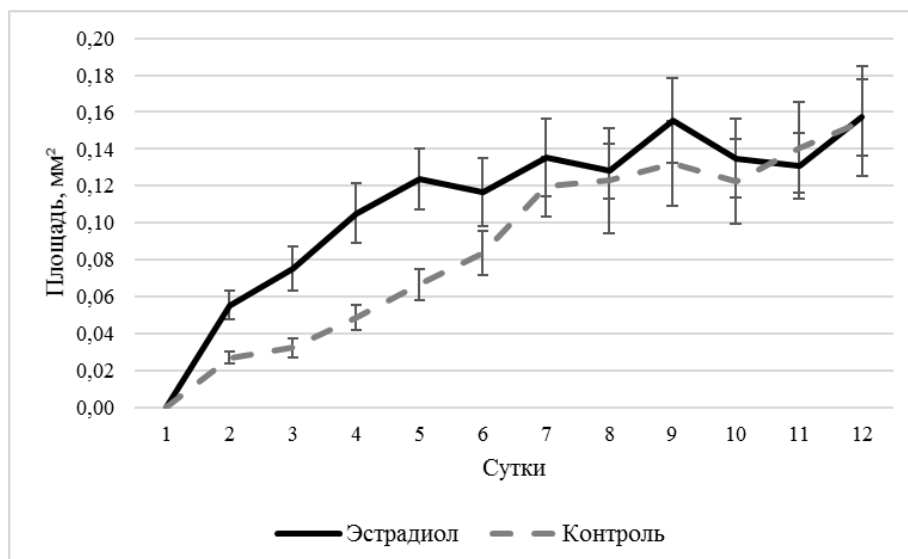


Рис. 1. Влияние эстрадиола на рост площади бластемы передних регенератов (мм²).

1.2. Влияние эстрадиола на изменение коэффициент регенерации

На начальных этапах эксперимента эстрадиол вызывал увеличение Кр у экспериментальных животных относительно контрольных величин. Через сутки после операции, значения его был выше контрольных величин почти в 2 раза. На 3-е сутки величина различий значений Кр между опытом и контролем достигли максимального значения. Характер и интенсивность воздействия гормона оставались примерно на одном уровне в течение всей первой половины эксперимента (до 6-х суток). Во второй половине опыта стимулирующий характер воздействия эстрадиола на восстановление пропорций тела сохранялся, хотя интенсивность его воздействия к концу эксперимента снижалась. Динамика изменения Кр под влиянием гормона мало отличалась от роста бластемы. В результате этого конечные величины Кр у контрольных и экспериментальных животных также были представлены сходными величинами. При этом степень воздействия эстрадиола на процесс регулировки осей тела экспериментальных животных была значительно ниже, чем в случае роста бластемы (Рис. 2.).

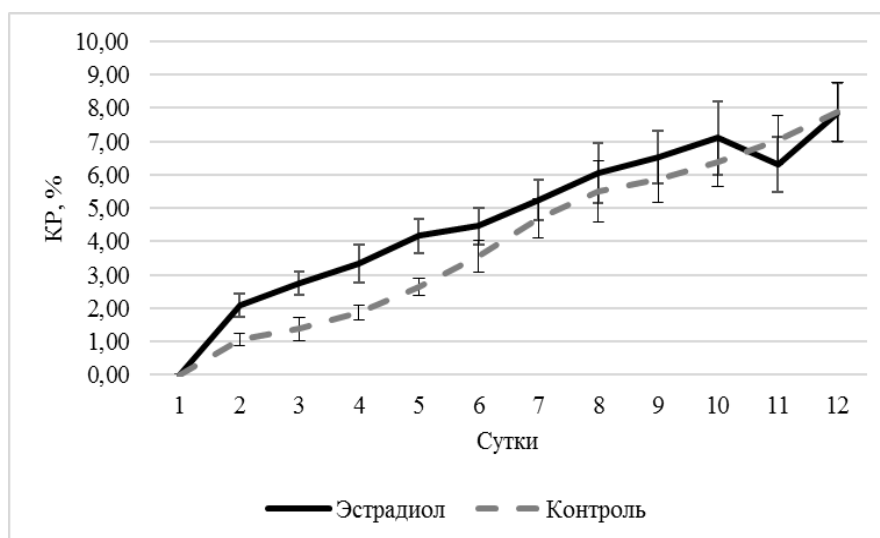


Рис.2. Влияние эстрадиола на коэффициент регенерации передних регенератов (%)

2. Влияние тестостерона на характер регенерации планарий

2.1. Влияние тестостерона на рост регенерационной бластемы

На 2 сутки опыта площадь бластемы передних регенерантов планарий, находящихся в экспериментальной среде, увеличилась по сравнению с контролем почти в 2 раза. Более высокий, по сравнению с контролем, уровень роста бластемы сохранялся у экспериментальных животных до 4 суток опыта. Незначительное снижение стимулирующего влияния гормона наблюдалось к 5-м суткам опыта, когда значения площади бластемы в опыте были выше контрольных только в 1,3 раза. К 6-м суткам опыта величина различий в площади величины бластемы у контрольных и экспериментальных планарий вновь увеличилась и достигла максимальных за весь период исследования значений. Начиная с 7-х суток опыта, интенсивность стимулирующего влияния тестостерона постепенно снижалась. При этом, размеры бластемы у животных в экспериментальной среде оставались более высокими, чем в контроле. Выявленные различия были достоверными. На завершающем этапе эксперимента на фоне снижения активности регенерации в контрольной группе у экспериментальных планарий сохранялся высокий уровень пролиферации клеток. Конечные площади регенерирующих участков различались почти в 2 раза (Рис. 3.).

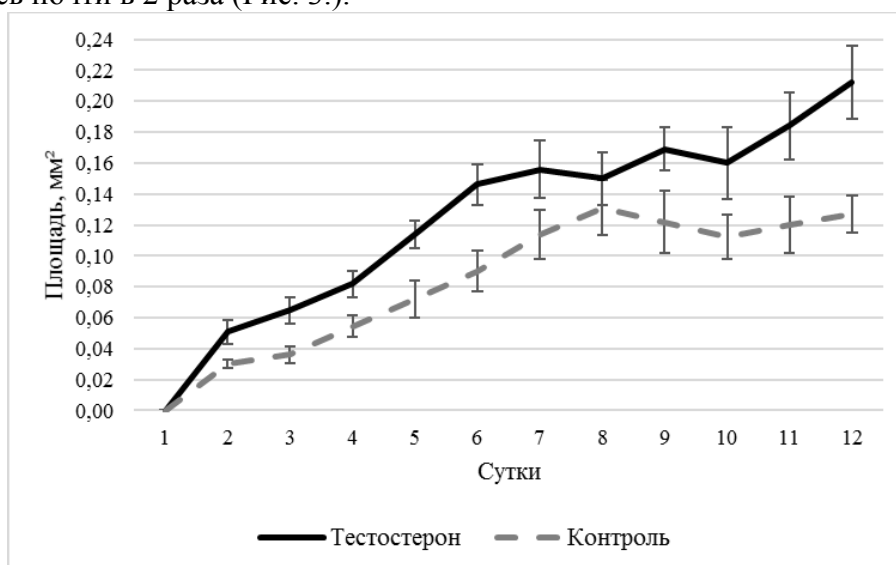


Рис. 3. Изменение площади бластемы переднего регенеранта под влиянием тестостерона (мм²)

2.2. Влияние тестостерона на изменение коэффициент регенерации

В первой половине эксперимента наблюдались значимые различия в величине коэффициента регенерации у экспериментальных и контрольных регенерантов. На 2 сутки опыта коэффициент регенерации у планарий в экспериментальной среде был в 1,3 раза больше, чем в контрольной. Наиболее выраженное влияние гормона было отмечено на 3 сутки эксперимента, когда значение коэффициента регенерации в опытной группе превысило таковой в контроле более, чем в полтора раза. Во второй половине эксперимента, начиная с 7 суток опыта до его завершения (12-е сутки) гормон практически не влиял на величину коэффициента регенерации. Различия в величине коэффициента регенерации между экспериментальными и контрольными планариями оставались в этот период опыта незначительными (Рис. 4.).

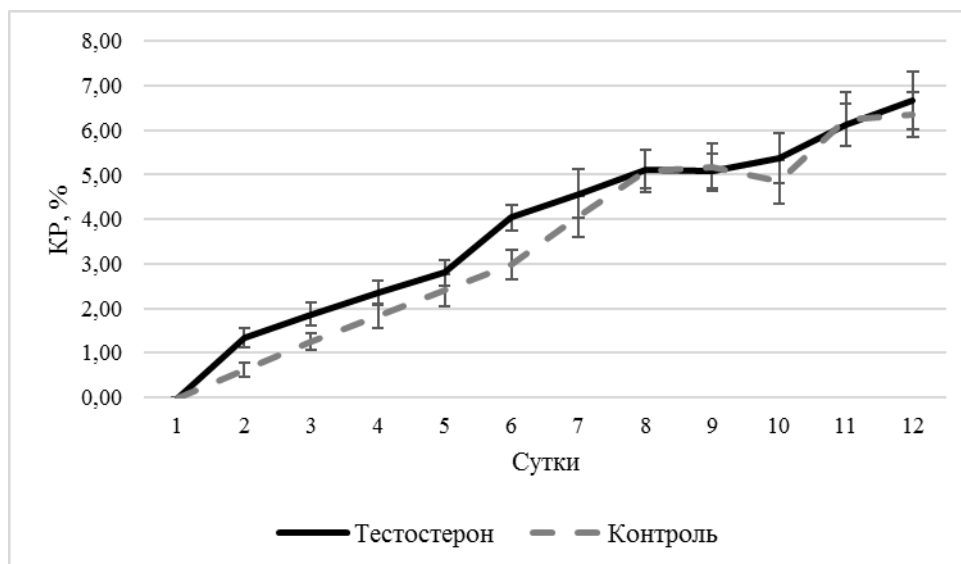


Рис. 4. Изменение коэффициента регенерации переднего регенеранта под влиянием тестостерона (%)

Обсуждение

Введение в среду содержания планарий *Girardia (Dugesia) tigrina* экзогенных стероидных половых гормонов тестостерона в концентрации 10^{-3} мг/мл и эстрадиола в концентрации 10^{-4} мг/мл существенно меняло скорость регенерации на разных этапах восстановительного процесса.

Характер воздействия эстрадиола и тестостерона на рост площади бластемы в начале регенерации был сходен: оба гормона заметно стимулировали пролиферацию клеток. Степень чувствительности планарий к разным половым гормонам различалась. Наиболее выраженным морфогенетическим эффектом обладал эстрадиол. На завершающем этапе наблюдалась противоположная картина: эстрадиол практически не влиял на скорость роста животных, а интенсивность действия тестостерона по мере завершения регенерации увеличивалась.

На ранних этапах регенерации оба половых гормона заметно индуцировали и процесс морфолаксиса. Доминирующую роль в этом случае играл эстрадиол. Во второй половине опыта сохранялся лишь незначительный стимулирующий эффект этого гормона. Тестостерон в этот период существенного влияния на восстановление пропорций тела опытных животных не оказывал.

Обнаруженные различия в характере и степени воздействия изученных стероидов могут быть связаны во-первых с различиями в химическом составе этих гормонов, определяющем их функциональную значимость [24].

Во-вторых, особенностями самого процесса регенерации у планарий. В основе его лежит процесс пролиферации и дальнейшей дифференцировки стволовых клеток. Он включает в себя два этапа эпиморфоз и морфолаксис. Эпиморфоз представляет собой собственно рост и дальнейшую специализацию тканей и органов в восстанавливаемом участке – бластеме [25]. Морфолаксис, будучи процессом более объемным, наступает позднее и включает в себя ремоделирование осей тела, перестройку и изменение размеров органов и значительное увеличение скорости гибели клеток. Основным показателем активности морфолаксиса служила величина Кр. [26]. Можно сказать, что оба гормона и особенно эстрадиол в большей степени воздействуют на механизмы гуморальной регуляции процессов роста и дифференцировки клеток, чем на более масштабные явления морфолаксиса, связанные с восстановлением общих пропорций тела и апоптозом клеток.

Обнаруженный нами морфологический эффект изученных гормонов хорошо известен у позвоночных животных. Эстрадиол оказывает положительное влияние на рост, дифференцировку и метаболизм костной ткани: он играет ключевую роль в регуляции величины костной массы, а также повышает выживаемость клеток мозга у позвоночных животных [27, 28]. Андрогены регулируют активацию стволовых мышечных клеток, которые участвуют в регенерации мышечной ткани, играют важную роль в регенерации и восстановлении периферической нервной системы, оказывают значимое воздействие на многие аспекты функционирования нейронов, включая выживаемость клеток, соматический рост и обмен веществ, рост синапсов и стимуляцию нейротрансмиссии [29-31].

У позвоночных гормоны этих двух групп половых стероидов – андрогены и эстрогены — служат важными эмбриональными индукторами. Их синтез и секреция начинаются на ранних этапах органогенеза [24]. В классической теории регенерации, она рассматривается и как аналог эмбрионального развития животных [20]. Это может быть еще одной причиной обнаруженного нами воздействия тестостерона и эстрадиола на процесс регенерации у планарий, которые в настоящее время являются самой широко используемой в мире моделью для изучения этого процесса.

У беспозвоночных животных, например у моллюска *Lymnaea stagnalis* (Gastropoda, Mollusca), экзогенный женский половой гормон стероидной природы прогестерон оказывал выраженное стимулирующее действие, особенно заметное на поздних стадиях развития эмбрионов. Ранние стадии бластогенеза находились под менее выраженным действием препарата. В целом его введение существенно сокращало общее время эмбриогенеза. Стероид из группы глюкокортикоидов — гидрокортизон, наоборот, стимулировал прохождение начальных стадий эмбриогенеза, а на завершающих этапах его влияние было практически не выражено [32]. У другой пресноводной улитки *Physa acuta* (Gastropoda, Mollusca) после введения в среду содержания синтетического аналога этого гормона — преднизолона — нарушались процессы соматического роста [33, 34].

В ряду нескольких последовательных поколений представителя другой группы беспозвоночных пресноводного рачка *Ceriodaphnia dubia* (Cladocera, Crustacea) наблюдалась тенденция увеличения его токсического воздействия, также связанная с нарушением соматического роста, сроков эмбрионального развития и выхода молоди. [11] Сходный спектр токсических эффектов гормона был обнаружен в ряду трех последовательных поколений еще одного вида дафний - *Daphnia magna* (Cladocera, Crustacea) [32, 35].

Механизм вызываемых нарушений соматического роста и эмбрионального развития авторы связывают с нарушением гормонального гомеостаза в организме названных видов, принадлежащим к двум группам беспозвоночных, имеющих достаточно развитую эндокринную систему и способных продуцировать, наряду с нейрогормонами, эндогенные стероидные гормоны (половые и глюкокортикоиды). У многих представителей моллюсков и ракообразных описаны количественные профили стероидных гормонов, их онтогенетическая динамика и системы эндогенного стероидогенеза [1, 5, 36, 37].

Плоские черви изучены в этом плане гораздо меньше. У свободноживущих плоских червей (Turbellaria, Plathelminthes) обнаружены четыре центра расположения нейросекреторных клеток (НСК) В НСК турбеллярий синтезируются факторы, которые оказывают влияние на регуляцию размножения, созревание и формирование полового аппарата, регенерацию, поведение и память. Качественными и количественными методами у свободноживущих и паразитических плоских червей были обнаружены половые стероидные гормоны и глюкокортикоиды, идентичные гормонам позвоночным,

том числе тестостерон и эстрадиол. У ряда ленточных червей описаны системы их эндогенного синтеза. Есть указания на биологическую значимость отдельных стероидов. Предполагается, что тестостерон необходим им развития и роста [21].

В связи с этим полученные нами данные позволяют предположить, что экзогенные половые стероидные гормоны эстрадиол и тестостерон влияют на эндокринное обеспечение механизма пролиферации и дифференцировки клеток в процессе регенерации. Это может быть связано с нарушением баланса эндогенных гормонов, обеспечивающих эти процессы.

Высокая чувствительность и выраженная реакция на наличие в водной среде половых стероидных гормонов позволяет предложить свободноживущих плоских червей планарий вида *Girardia (Dugesia) tigrina* в качестве организма-биомаркера для определения экологических рисков загрязняющих веществ, разрушающих эндокринную систему гидробионтов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Giusti A. et al. Testosterone levels and fecundity in the hermaphroditic aquatic snail *Lumnaea stagnalis* exposed to testosterone and endocrine disruptors//Environmental toxicology and chemistry.2013. Vol. 32. №. 8. pp. 1740-1745.

2. Muhammad Adeel, Xiaoming Song, Yuanyuan Wang, Dennis Francis , Yuesuo Yang.Environmental impact of estrogens on human, animal and plant life: A critical review. Environment International.Vol.99.2017. pp.107-119.

3. Zrinyi Z..Maasz G, Zhang L, Vertes A, Lovas S, Kiss T, Elekes K, Pirger Z. Effect of progesterone and its synthetic analogs on reproduction and embryonic development of a freshwater invertebrate model. Aquat Toxicol. 2017. Vol.190. pp. 94-103. doi: 10.1016/j.aquatox.2017.06.029.

4. Kumar V, Johnson AC, Trubiroha A, Tumová J, Ihara M, Grabic R, Kloas W, Tanaka H, Kroupová HK. The challenge presented by progestins in ecotoxicological research: a critical review. Environ Sci Technol.2015. Vol.49(5). pp. 2625-2638. doi: 10.1021/es5051343.

5. Ketata I. et al. Endocrine-related reproductive effects in molluscs //Comparative Biochemistry and Physiology Part C: Toxicology & Pharmacology. 2008. vol. 147. №. 3. pp. 261-270.

6. Ismail N. A. H., Wee S. Y., Aris A. Z. Multi-class of endocrine disrupting compounds in aquaculture ecosystems and health impacts in exposed biota//Chemosphere. 2017. Vol. 188. pp. 375-388.

7. Liu S, Chen H, Xu XR, Liu SS, Sun KF, Zhao JL, Ying GG.Steroids in marine aquaculture farms surrounding Hailing Island, South China: occurrence, bioconcentration, and human dietary exposure. Sci Total Environ.Vol.502. 2015 pp.400-407.

8. Liu S, Chen H, Xu XR, Hao QW, Zhao JL, Ying GG.Three classes of steroids in typical freshwater aquaculture farms: Comparison to marine aquaculture farms. Sci Total Environ. Vol. 609.2017. pp. 942-950.

9. Schwarz T. I. et al. Mussels (*Mytilus* spp.) display an ability for rapid and high capacity uptake of the vertebrate steroid, estradiol-17 β from water. The Journal of steroid biochemistry and molecular biology. 2017. Vol. 165. pp. 407-420

10. Schwarz T. I. et al. Data on the uptake and metabolism of testosterone by the common mussel, *Mytilus* spp //Data in brief. 2017. Vol. 12. pp. 164-168

11. Bal N. et al. Prednisolone impairs embryonic and posthatching development and shell formation of the freshwater snail, *Physa acuta* //Environmental toxicology and chemistry. 2016. Vol. 35. №. 9. pp. 2339-2348.
12. Tian J. et al. Effects of testosterone and flutamide on reproduction in *Brachionus calyciflorus*. Scientific reports. 2017. Vol. 7. №. 1. P. 6569.
13. Pirger Z. et al. Pond Snail Reproduction as Model in the Environmental Risk Assessment. 2018.
14. Zhu X. et al. Estradiol-17 β and testosterone levels during the annual reproductive cycle of in *Mytilus coruscus*. Animal reproduction science. 2018.
15. Schwarz T. I. et al. Uptake and metabolism of water-borne progesterone by the mussel, *Mytilus* spp.(Mollusca). The Journal of steroid biochemistry and molecular biology. 2018. Vol. 178. pp. 13-21
16. Leonard J. A. et al. Extending the toxicity-testing paradigm for freshwater mussels: Assessing chronic reproductive effects of the synthetic estrogen 17 α -ethinylestradiol on the unionid mussel *Elliptio complanata*. Comparative Biochemistry and Physiology Part C: Toxicology & Pharmacology. 2017. Vol. 191. pp. 14-25
17. Venne P., Yargeau V., Segura P. A. Quantification of ecdysteroids and retinoic acids in whole daphnids by liquid chromatography-triple quadrupole mass spectrometry. Journal of Chromatography A. 2016. Vol. 1438. pp. 57-64.
18. Natasha M. Flores, Néstor J. Oviedo, Julien Sage. Essential role for the planarian intestinal GATA transcription factor in stem cells and regeneration. Developmental Biology – 2016. Vol. 418. №. 1. pp. 179–188.
19. Karami A. et al. Planarians: an in vivo model for regenerative medicine. International journal of stem cells. 2015. Vol. 8. №. 2. P. 128.
20. Лиознер Л. Д. Основные проблемы учения о регенерации. М.:1975. – С.582.
21. Кудикина Н. П. Организация эндокринной функции у плоских червей //Вестник Балтийского федерального университета им. И. Канта. 2011. №. 7. С. 126-131
22. Kolasa J. Flatworms: Turbellaria and Nemertea. Ecology and classification of North American freshwater invertebrates. 1991. pp. 145-169.
23. Формирование регенерационной бластемы у планарии *Girardia tigrina* / Тирас Х. П. и др. //Фундаментальные исследования. 2015. №. 7-3.
24. Розен В. Б. Основы эндокринологии //М.: Изд-во МГУ. 1994. Т. 384. С. 14.
25. Wurtzel O. et al. A generic and cell-type-specific wound response precedes regeneration in planarians. Developmental cell. 2015. Vol. 35. №. 5. pp. 632-645.
26. Pellettieri J. Regenerative tissue remodeling in planarians–The mysteries of morphallaxis. Seminars in cell & developmental biology. Academic Press, 2018.
27. Zamani Mazdeh D. et al. 17 β -estradiol improves the efficacy of exploited autologous bone marrowderived mesenchymal stem cells in non-union radial defect healing: A rabbit model. Research in Veterinary Science. 2018. Vol. 118
28. Карева Е. Н. и др. Эстрогены и головной мозг //Вестник Российской академии медицинских наук. 2012. Т. 67. №. 2
29. MacKrell J. G. et al. Molecular targets of androgen signaling that characterize skeletal muscle recovery and regeneration. Nuclear receptor signaling. 2015. Vol. 13.
30. Foecking E. M. et al. Gonadal steroids in regeneration and repair of neuromuscular systems. Neural Regeneration. 2015. pp. 129-150.

31. Bielecki B. et al. Unexpected central role of the androgen receptor in the spontaneous regeneration of myelin . Proceedings of the National Academy of Sciences. 2016. Vol. 113. №. 51. pp. 14829-14834.

32. Кудикина Н. П. Влияние гормональных соединений на эмбриогенез прудовика *Lymnaea stagnalis* (L., 1758) //Онтогенез. 2011. Т. 42. №. 3. С. 213-219.

33. Bal N., Kumar A., Nugegoda D. Assessing multigenerational effects of prednisolone to the freshwater snail, *Physa acuta* (Gastropoda: Physidae). *J Hazard Mater.* 2017. Vol.339. pp. 281-291.

34. Bal N, Kumar A., Du J., Nugegoda D. Multigenerational effects of two glucocorticoids (prednisolone and dexamethasone) on life-history parameters of crustacean *Ceriodaphnia dubia* (Cladocera) // *J Hazard Mater.* 2017. Vol. 339. pp.281-291.

35. Кудикина Н. П. *Daphnia magna* Straus (1826)(Cladocera, Crustacea) как тест-объект для оценки эндокринных нарушений у гидробионтов //Вестник Балтийского федерального университета им. И. Канта. Серия: Естественные и медицинские науки. 2015. №. 1.

36. Кудикина Н. П. Онтогенетическая динамика количественного содержания гидрокортизона у обыкновенного осьминога *Octopus vulgaris*, Lamark (Cephalopoda: Octopodidae) //Вестник Балтийского федерального университета им. И. Канта. Серия: Естественные и медицинские науки. 2009. №. 7.

37. Кудикина Н. П. Экологические аспекты динамики стероидных гормонов в репродуктивном цикле морских двустворчатых, брюхоногих и головоногих моллюсков //Ученые записки Казанского университета. Серия Естественные науки. 2007. Т. 149. №. 3.

ECOLOGICAL RISK OF A NEW CLASS OF ENDOCRINE DISRUPTING CHEMICALS AND HYDROBIONTS: MECHANISMS OF EXPOSURE AND BIOMARKERS

Kudikina Natalia Petrovna, Associate Professor, Candidate of Biological Science
Omelnitskaya Ella Alexandrovna, student
Skorobogatykh Irina Alexandrovna, student

Immanuel Kant Baltic Federal University, Kaliningrad, Russia,
e-mail: nkudikina@kantiana.ru, ella.omelnitskaya@gmail.com,
kayrin1704@gmail.com

*For the first time, data on the effect of two sex steroids estrogen and testosterone, assigned to the group of endocrine disrupting chemicals (EDC) of hydrobionts, on the process of regeneration of the model object of the planarium *Girardia (Dugesia) tigrina*. Both hormones have a pronounced morphogenetic effect, depending on their functional significance and the stage of the recovery process. High sensitivity and pronounced reaction to the presence in the aquatic environment of sex steroids make it possible to offer the studied species as an organism-biomarker for determining the environmental risks of EDC of hydrobionts.*

**ХАРАКТЕРИСТИКА ПРЕСНОВОДНЫХ МОЛЛЮСКОВ ЮЖНОГО
ПОБЕРЕЖЬЯ КУРШСКОГО ЗАЛИВА
(ПОС. ЗАЛИВНОЕ, КАЛИНИНГРАДСКАЯ ОБЛАСТЬ, РОССИЯ)**

Манаков Дмитрий Валерьевич, специалист по обслуживанию читателей

Балтийский федеральный университет им. И. Канта: Издательско-библиотечный центр, Калининград, Россия, e-mail: echo_tc2@rambler.ru

Дана характеристика видового состава и количественного развития пресноводных моллюсков для берега Куршского залива в пределах поселка Заливное (включая характеристики прибрежных танатоценозов), а также для малых постоянных и временных водоёмов. В заключении мы охарактеризовали элементарные процессы приводящие к формированию танатоценозов Куршского залива и сравнили наши данные с таковыми предыдущих исследований

Введение

Посёлок Заливное (Рис. 1, 2, 3) расположен в центре южного побережья Куршского залива в устье небольшой реки Гурьевка (N 54°54.788' E 020°49.954'). Близость залива, положение на низинных польдерных землях, а также богатство разнообразных типов малых водоёмов делает окрестности этого поселка удобным местом для изучения водной фауны, но особенно – моллюсков. Видовой состав моллюсков Куршского залива изучен достаточно хорошо, но практически отсутствуют попытки описания танатоценозов его берега, которые состоят из раковин моллюсков и остатков стеблей тростника. Донные сообщества приустьевых участков малых водотоков впадающих в Куршский залив не изучены, но именно в них развивается богатая водная жизнь. Состав моллюсков временных и эфемерных водоёмов Калининградской области освещают лишь несколько работ и во всех районах нашего края они малоизучены. Все это стало основанием для наших исследований.

Цель работы: охарактеризовать видовой состав и количественное развитие пресноводных моллюсков у берега Куршского залива в пределах поселка Заливное (включая характеристики прибрежных танатоценозов), а также малых постоянных и временных водоёмов.

Материал и методы

Мы использовали общепринятые методы сбора моллюсков [1; 2]. Моллюсков собирали пять дней осенью 2013 г. (15.09.2013 (Серия проб А), 3.10.2013 (Серия В), 5.10.2013 (Серия С), 11. 10.2013 (Серия D), 4.11.2013 (Серия E)) самодельным ручным гидробиологическим сачком (ловчая часть 10x15 см), ячея сетки 1 мм, древко 75 см. Обычно обрабатывали по 20-35 водоемов за день, всего была обработана 141 станция в окрестностях поселка. На временных водоемах использовали метод кошения по обводненной растительности. На постоянных водоемах и побережье залива закладывали площадки 50x50 см на мелководьях где моллюсков считали визуально с извлечением субстратов и водных растений, и на грунте в зоне уреза воды до глубины в 50 см. Так были получены абсолютные оценки численности моллюсков. Также мы собирали в ручную раковины из танатоценозов на побережье залива и протоках. Моллюсков определяли в поле по определителю таковых Германии [3] и постеру [4]. Большую часть определенного и учтенного материала, особенно легко отличимые массовые виды воз-

вращали в водоемы. Всего было собрано около 50 проб в которых было обработано 4563 экз. моллюсков, однако осмотрено и определено намного больше, особенно во время изучения танатоценозов залива. Виды, которые было не возможно определить в поле и все пробы идентифицировали с использованием следующих пособий [3; 5; 6; 7]. Мы придерживаемся системы моллюсков принятой в Европе по следующим работам [8; 9; 10; 11; 12].



Рис. 1. Обзорная карта района исследования в окрестностях пос. Заливное. Обозначения: 1 – заболоченный выпас № 2; 2 – застройка пос. Заливное вдоль протоки (реки) Гурьевка; 3 – осушенная часть выпаса № 1 (центральный выпас поселка); 4 – затопленная часть выпаса № 1; 5 – карьер по добыче песка и гравия, станция в верховьях Гурьевки; 6 – затопленный польдер под засыхающим ольховым лесом в устье Западного канала; 7 – восточная аванстанция на берегу Куршского залива, бухта с бетонными волноотбойниками; 8 – устье Западного канала с бетонными волноотбойниками и валунами; 9 – пляж поселка (три бухты в разрежении тростниковой заросли); 10 – гавань поселка Заливное в устье р. Гурьевка; На врезке показано положение района на карте Калининградской области.

Результаты

Ниже мы приводим видовой состав и количественное развитие моллюсков следующих групп водоемов: КЗЖ – Куршский залив, живые моллюски; КЗТ – Куршский залив, танатоценозы; ПР – протоки (река Гурьевка и Западный канал); МПВ – малые постоянные водоемы, состоящие из микроозер (копаней) и канав; ВВ – лужи, мочажины (лужи с травой), бомбовые воронки. Уровни обилия: + – означает единичное наличие, д – доминирует и образует массовые поселения; х – характерный вторичный вид; р – редок, но не единичен.



*Рис. 2. Водные объекты пос. Заливное (слева на право, сверху в низ: А – река Гурьевка у впадения в Куриский залив, Б – Западный канал недалеко от устья, В – Куриский залив в центре пос. Заливное, Г – бухта восточной аванстанции на Куриском заливе, Д – затопленный польдер у Западного канала, вид от Куриского залива, Е – озеро на основном выпасе поселка, Ж – затопленная канава на основном выпасе поселка, З – бомбовая воронка заселенная *Anisus* sp. на основном выпасе поселка).*



Рис. 3. Водные объекты пос. Заливное и танатоценозы Куршского залива (слева на право, сверху в низ: А – магистральная канава примыкающая к устью Гурьевки с запада от поселка, выпас.; Б – центральный пляж поселка посещаемый скотом, видны спрессованные лагунные илы у уреза воды; В – типичная придорожная канава в центре поселка, часто приемник сточных вод; Г – озеро (С8) с юго-запада поселка у дороги на хутора по пути соединяющем дамбой пос. Заливное с пос. Каширское; Д, Е, Ж, З – танатоценозы Куршского залива).

Переднежаберные брюхоногие: *Viviparus contectus* (Millet, 1813): КЗТ +; ПР д; МПВ +; *Viviparus viviparus* (L., 1758): КЗЖ +; КЗТ д; ПР +; МПВ +; *Theodoxus fluviatilis* (L., 1758): КЗТ х; ПР +; *Bithynia tentaculata* (L., 1758): КЗЖ +; КЗТ д; ПР д; МПВ +; *Bithynia troschelii* (Paasch, 1842): ПР +; МПВ +; *Bithynia leachii* (Sheppard, 1823): КЗТ +; ПР +; *Valvata piscinalis* (Müller, 1774): КЗЖ +; КЗТ д; ПР х; *Valvata piscinalis antiqua* (Morris 1838): КЗТ +; *Valvata cristata* Müller, 1774: ПР +; МПВ +; ВВ х; *Valvata macrostoma* (Steenbuch in Mörch, 1864): ПР +; МПВ +.

Легочные брюхоногие постоянных водоемов: *Planorbarius corneus* (L., 1758): КЗЖ +; КЗТ +; ПР д; МПВ д; ВВ +; *Lymnaea stagnalis* (L., 1758): КЗЖ +; КЗТ д; ПР х; МПВ д; *Radix auricularia* (L., 1758): КЗЖ +; КЗТ х; ПР д; МПВ +; *Radix balthica* (L., 1758): КЗЖ х; КЗТ д; ПР д; МПВ +; *Radix ampla* (W. Hartmann, 1821): КЗТ +; ПР +; *Myxas glutinosa* (Müller, 1774): КЗТ +; ПР х; *Stagnicola corvus* (Gmelin, 1791): КЗТ +; ПР +; МПВ х; *Physa fontinalis* (L., 1758): КЗЖ х; КЗТ +; ПР х; МПВ х; *Planorbis carinatus* (Müller, 1774): КЗТ +; ПР +; *Acroloxus lacustris* (L., 1758): КЗЖ +; ПР х; *Gyraulus acronicus* (Férussac, 1807): ПР +; *Gyraulus albus* (Müller, 1774): КЗТ +; ПР +; *Gyraulus parvus* (Say, 1817): ПР +.

Легочные брюхоногие пересыхающих водоемов: *Planorbis planorbis* (L., 1758): КЗЖ х; КЗТ +; ПР х; МПВ д; ВВ д; *Bathyomphalus contortus* (L., 1758): КЗЖ х; ПР х; МПВ д; ВВ х; *Stagnicola turricula* (Held, 1836): МПВ +; ВВ х; *Stagnicola palustris* (Müller, 1774): КЗЖ д; КЗТ д; ПР +; МПВ +; ВВ +; *Omphiscola glabra* (Müller, 1774): ВВ +; *Galba truncatula* (Müller, 1774): КЗТ +; ВВ +; *Aplexa hypnorum* (L., 1758): ПР +; МПВ х; ВВ д; *Anisus vortex* (L., 1758): КЗЖ х; КЗТ +; ПР х; МПВ х; ВВ +; *Anisus vorticulus* (Troschel, 1834): ПР +; МПВ +; ВВ +; *Anisus spirorbis* (L., 1758): ПР х; МПВ х; ВВ д; *Anisus leucostoma* (Millet, 1813): КЗТ +; МПВ х; ВВ +; *Anisus septemgyratus* (Ziegler in Rossmässler, 1835): МПВ +; *Anisus* sp. МПВ +; *Segmentina nitida* (Müller, 1774): ПР п; МПВ д; ВВ х; *Gyraulus rossmaessleri* (Auerswald in A. Schmidt, 1851): МПВ +; ВВ х.

Двустворчатые: *Dreissena polymorpha* (Pallas, 1771): КЗЖ д; КЗТ д; ПР +; *Anodonta anatina* (L., 1758): КЗЖ +; КЗТ х; ПР +; *Unio pictorum* (L., 1758): КЗЖ +; КЗТ +; ПР +; *Unio tumidus* (Philipsson, 1788): КЗЖ +; КЗТ х; *Pseudanodonta complanata* (Rossmässler, 1835) КЗЖ +; КЗТ +; *Sphaerium corneum* (L., 1758): КЗТ +; ПР д; МПВ +; *Sphaerium* sp. МПВ +; *Pisidium amnicum* (Müller, 1774): КЗТ +; ПР +; *Pisidium henslowanum* (Sheppard, 1823): ПР +; *Pisidium* sp. КЗТ +; ПР +; МПВ +; ВВ х; *Musculium* sp. ПР +.

В этой работе мы охарактеризуем подробно танатоценозы (Таблица 1 и 2). Нам удалось осмотреть 12 участков танатоценоза выброшенного на берег Куршского залива на 9 отрезках берега, как правило это были скопления из створок дрейссены, частей стебля тростника и других включений, в том числе раковин моллюсков составляющих единичные находки. Ниже мы приводим характеристику основных компонентов и размеров танатоценозов, а также же состав единичных находок раковин моллюсков в них. Наиболее свежий танатоценоз из только что выброшенных на урез воды раковин и живых моллюсков, которые можно признать скоплением недавно умерших моллюсков типичных заливу это нанос № 7 в центральной бухте поселка. Он сформировался при сносе моллюсков из р. Гурьевка около её устья.

Описание сложения танатоценозов. Основной пляж поселка состоит из трех небольших бухт. Бухта 1 - танатоценоз был представлен тремя полосами раковин моллюсков: на урезе, несколько ближе к урезу с остатками тростника (№ 7), в тыльной части пляжа с детритом, остатками тростника (№ 1-4). В тыльной части пляжа находились песчаные наносы заросшие травянистой растительностью с включением ракушечного боя, в основном дрейссены. Бухта 2 располагала несколькими участками танатоценоза в тыльной части пляжа, часть из которых мы описали (№ 5-6). В Бухте № 3 та-

натоценозы практически отсутствовали, за исключением скоплений из створок крупных двустворчатых (*Anodonta anatina*)

Самая восточная станция (бухта 500 м восточнее устья Западного канала) располагала двумя танатоценозами, состоящим из рассеянных одиночных раковин № 8 и отдельного наноса на пляже № 9 в виде полосы. В устье Гурьевка мы обнаружили еще один танатоценоз № 10 составляющий нанос из живородок, дрейссены, ушковых прудовиков, вальват в виде небольшого вала.

Таблица 1

Главные характеристики обследованных танатоценозов Куршского залива в пос. Заливное

Танатоценоз №	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Длина, м	2	2	1,5	15	15	8	20	0	20	5	8	15
Ширина, м	0,5	0,5	3	5	1,5	2	1	0	1,5	0,5	2	2
Высота, м	0,1	0,1	0,1	0,6	0,2	0,2	0	0	0,3	0,1	0,3	0,1
Целые створки дрейссены, %	50	15	-	-	95	6	+(мн.)	+	+	+(мн.)	40	10
Битые створки дрейссены, %	45	-	50	10	4	-	+(мн.)	-	+	+	50	10
Стебли тростника целые, %	-	-	-	-	-	-	-	-	70	-	-	-
Стебли тростника измельченные, %	-	85	-	45	-	35	-	-	20	-	-	30
Тростниковый мусор, %	-	-	-	-	-	-	-	-	5	+	-	-
Детрит растительного происх., %	-	-	50	45	-	-	-	-	-	-	-	-
Раковины брюхоногих (масс.), %	5	-	-	-	1 ⁽¹⁾	9 ⁽²⁾	+	+ ⁽³⁾	+	+ ⁽⁴⁾	5	45 ⁽²⁾ +5
Многокоренник (ряска), %	-	-	-	-	-	50	+	-	-	-	-	-
Гравий, %	-	-	-	-	-	-	+	+	5	-	-	-

Примечание: 1 – поровну *Valvata piscinalis* + *Bithynia tentaculata*; 2 - *Viviparus viviparus*; 3 - *Stagnicola palustris*; 4 – *Viviparus* sp., *Radix* sp., *Valvata piscinalis*; мн. – многочисленные; «+» -наличие, % - проективное покрытие грунта.

На самой западной станции (1 км западнее устья Гурьевки) мы не нашли танатоценоза (бухта была заполнена тростниковым стеблем и жидкими илами), однако рядом в разрежении тростниковой заросли против изолированного прямоугольного лесного массива мы обнаружили следующие наносы: 1. Покров на грунте его частично покрывающий. 2. Ракушечный накат из живородок, прудовиков и дрейссены. (№ 11) 3. Крупка от раковин дрейссены поверх глинистого грунта. 4. Заросший травостоем ракушечный вал из дрейссены, битиний с другими раковинами. Станция в конце тропы в сторону устья Западного канала от основного пляжа поселка дала танатоценоз № 12 в разрежении тростникового пояса.

Мы также приводим список моллюсков из танатоценоза найденного около устья Западного канала (200 м от берега залива в канал, западный берег не доходя до деревянного моста): *Bithynia tentaculata* (L., 1758), *Planorbis corneus* (L., 1758), *Radix balthica* (L., 1758), *Radix auricularia* (L., 1758), *Viviparus contectus* (Millet, 1813), *Anisus vortex* (L., 1758), *Lymnaea stagnalis* (L., 1758), *Planorbis planorbis* (L., 1758), *Sphaerium corneum* (L., 1758), *Valvata piscinalis* (Müller, 1774), *Physa fontinalis* (L., 1758), *Dreissena polymorpha* (Pallas, 1771), *Viviparus viviparus* (L., 1758), *Anisus vorticulus* (Troschel, 1834), *Myxas glutinosa* (Müller, 1774), *Radix ampla* (W. Hartmann, 1821), *Unio pictorum* (L., 1758), *Gyraulus acronicus* (Férussac, 1807), *Stagnicola palustris* (Müller, 1774), *Bithyn-*

ia troschelii (Paasch, 1842), *Bithynia leachii* (Sheppard, 1823), *Valvata macrostoma* (Steenbuch in Mörch, 1864), *Valvata cristata* Müller, 1774, *Gyraulus parvus* (Say, 1817), *Segmentina nitida* (Müller, 1774), *Pisidium amnicum* (Müller, 1774), *Pisidium henslowanum* (Sheppard, 1823), *Pisidium* sp.

Таблица 2

Видовой состав моллюсков танатоценозов Куршского залива в пос. Заливное

Раковины моллюсков:	Танатоценоз №											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1. <i>Unio tumidus</i> (Philipsson, 1788)	+	+	+		+	+	+	+		+	+	+
2. <i>Anodonta anatina</i> (L., 1758)	+		+		+	+	+			+	+	+
3. <i>Lymnaea stagnalis</i> (L., 1758)	+	+	+	+	+	+	с	+		+	+	
4. <i>Radix auricularia</i> (L., 1758)	+	+	+		+	+	м	+	+	+	+	+
5. <i>Bithynia tentaculata</i> (L., 1758)	+	+		+	+	+	с		+	+	д	+
6. <i>Viviparus viviparus</i> (L., 1758)	+	+	+		+	+	м	д	+	+	д	+
7. <i>Valvata piscinalis</i> (Müller, 1774)	+		+	+	+	+	д	д	+	д	+	+
8. <i>Theodoxus fluviatilis</i> (L., 1758)	+		+	+			+				+	
9. <i>Planorbarius corneus</i> (L., 1758)			+		+	+	+			+	+	
10. <i>Planorbarius corneus</i> juv. (L., 1758)				+	+							
11. <i>Radix balthica</i> (L., 1758)	+	+		+			д	+		+		
12. <i>Radix ampla</i> (W. Hartmann, 1821)					+				+		+	
13. <i>Stagnicola palustris</i> (Müller, 1774)				+			+	д	+		+	
14. <i>Physa fontinalis</i> (L., 1758)				+							+	
15. <i>Planorbis planorbis</i> (L., 1758)					+		м	+			+	
16. <i>Planorbis carinatus</i> (Müller, 1774)				+								
17. <i>Anisus leucostoma</i> (Millet, 1813)				+								
18. <i>Gyraulus albus</i> (Müller, 1774)				+								
19. <i>Unio pictorum</i> (L., 1758)			+				+					
20. <i>Sphaerium corneum</i> (L., 1758)					+							
21. <i>Pisidium amnicum</i> (Müller, 1774)			+		+							
22. <i>Pisidium</i> sp.				+								
23. <i>Myxas glutinosa</i> (Müller, 1774)							м	+		+		
24. <i>Anisus vortex</i> (L., 1758)							+	+			+	
25. <i>Stagnicola corvus</i> (Gmelin, 1791)							+				+	
26. <i>Pseudanodonta complanata</i> (Rossmässler, 1835)							+				+	
27. <i>Galba truncatula</i> (Müller, 1774)							+					
28. <i>Valvata piscinalis antiqua</i> (Morris, 1838)								+				
29. <i>Viviparus contectus</i> (Millet, 1813)										+		
30. <i>Valvata cristata</i> Müller, 1774											+	
31. <i>Bithynia leachii</i> (Sheppard, 1823)											+	
Всего видов:	9	6	10	12	13	8	18	10	6	11	18	6

Примечание: д – доминирующие, с – субдоминирующие, м – малочисленные; «+» - единичное наличие.

Анализ данных дает нам возможность сделать следующие выводы:

1. Наши данные совпали с таковыми предыдущих исследований Куршского залива и водных экосистем его берега, им также как и нам в прибойно-ледовой зоне и в танатоценозах залива не удалось найти специфичных только Куршскому заливу моллюсков. Фауна моллюсков Куршского залива это закономерное продолжение таковой мозаики водных экосистем суши Калининградской области по видовому составу и лишь отличается значительным количественным развитием видов заселяющих профундаль. Уровни обилия видов заселяющих профундаль приблизительно сопоставимы с таковыми по нашим наблюдениям в ряде водоемов суши богатыми моллюсками, одна-

ко в прибойно-ледовой зоне открытой части залива моллюски не достигают такого развития как в приустьевых участках впадающих водотоков.

2. Всего нами найдено 47 видов моллюсков и одна разновидность (*Valvata piscinalis antiqua*), из которых брюхоногим относится 38 видов, в том числе 9 переднежаберных, к двустворчатым 8 видов. Вместе с литературными данными по найденным видам Куршского залива, это почти все известные из Калининградской области водные моллюски.

3. Фауна временных водоемов побережья залива составляет специфичный, ранее не изученный фаунистический комплекс свойственный всем пересыхающим водоемам пойм рек и побережья заливов Калининградской области. Виды этого комплекса частично обживают тростниковый пояс залива с суши и могут поступать в Куршский залив при нагонных затоплениях полейдеров.

4. Все жаберные брюхоногие моллюски обнаруженные нами типичные обитатели рек, проток впадающих в Куршский залив, а так же заселяют его профундаля. Только *Valvata cristata* и *Valvata macrostoma* проникают в малые водоемы берега Куршского залива. Часть речных видов (*Borysthenia naticina*, *Lithoglyphus naticoides*) нами не обнаружено, остальные не найденные жаберные виды брюхоногих пропущены по случайным причинам, вероятно, из-за их редкости.

5. Виды легочных брюхоногих моллюсков населяющих Куршский залив, типичны равнинным рекам и каналам, прудам и озерам составляют фаунистический комплекс моллюсков прибрежного растительного пояса, который обитает в полузащищенных участках побережья залива, но особенно в протоках на и среди растительности, на грунте. Часть этих видов колонизирует канавы и другие малые постоянные водоемы на полейдерных территориях, в дночерпательных пробах с профундали залива эти моллюски обычно немногочисленны, за исключением форм, которые могут обитать на чистом грунте и камнях (*Radix* spp.), что более характерно для переднежаберных брюхоногих.

6. Двустворчатые моллюски танатоценозов и побережья заливов так же составляют единую общность с реками и протоками впадающих в залив, т.к. мы не идентифицировали до вида горошинок и некоторых шаровок то нами пропущено 12 видов двустворчатых, часть из которых более типична рекам и участкам залива в их устье.

7. Мы не обнаружили 26 видов моллюсков ранее найденных в районе Куршского залива, что составляет около трети от всех ранее упомянутых видов по литературным данным. Это совершенно нормально, так как мы изучали только один прибрежный поселок, но обладающий богатыми моллюсками водоемами. Сюда входят не определенные до вида двустворчатые, редкие брюхоногие не найденные по случайным причинам, а также сугубо речные виды свойственные только руслам основных рек. Последних моллюсков можно обнаружить (по литературным данным) в устьях рек, рядом с ними в заливе и иногда на побережье Куршской косы на траверзе устья р. Неман.

8. В водоемах пос. Заливное обнаружены редкие виды (Рис. 4) : *Omphiscola glabra*, *Gyraulus acronicus*, *Gyraulus rossmaessleri*; чужеродный вид *Gyraulus parvus*.

На основе наших наблюдений и литературных данных по распределению моллюсков мы можем предположить, какие процессы формируют прибрежные танатоценозы Куршского залива. В прибрежной зоне залива происходят следующие элементарные процессы приводящие к формированию танатоценозов:

1. Вынос раковин и живых плавающих легочных моллюсков, сток по дну перекатыванием жаберных брюхоногих и двустворчатых из больших рек (Неман, Дейма). Часть моллюсков выбрасывается на берег рядом с устьем, часть транзитом рассеивается по всему заливу (для плавающих раковин и живых легочных моллюсков). Также происходит поступление из рек в залив фитомассы водных растений колонизированных молодью моллюсков.

2. Вынос плавающих раковин и легочных брюхоногих моллюсков из малых рек и протоков сгонно-нагонными колебаниями уровня воды, с отложением на ближайших берегах и рассеиванием по заливу. Это почти не характерно живым жаберным брюхоногим моллюскам (а также двустворчатым) и раковинам не способным всплывать.

3. Выброс моллюсков на берег, заселяющих глубинную зону залива, и накат раковин прибоем, а также живых жаберных брюхоногих моллюсков и двустворчатых на берег. Выброс друз дрейссены на живородке речной, перловицах и беззубках, выброс на берег плавающих предметов колонизированных дрейссеной. Отмирание этих агрегатов.

4. Гибель временных поселений моллюсков в прибойной зоне, колонизация различных стационарных субстратов легочными и жаберными брюхоногими, механическое перераспределение плавающих мелких легочных моллюсков в разрежениях тростниковой заросли с образованием скоплений повышенной плотности. Образование временных поселений брюхоногих моллюсков агрегированных с водными растениями, камнями, выходами спрессованных лагунных илов. Образование временных скоплений большой плотности легочных брюхоногих моллюсков при пересыхании луж и прочих заселенных понижений у берега.

5. Выдувание ветром мелких раковин по пляжу и скопление у линейных препятствий. Концентрирование мелких и легких (редких) раковин около уреза воды в отложениях детрита, снос ветром плавающих раковин по поверхности воды во время отсутствия волнения на берег (бриз).

6. Снос в береговую тростниковую зону залива моллюсков при затоплении нагонными водами окружающих польдеров, поступление видов временных водоемов (обычно легочные брюхоногие) в залив и протоки. Поступление моллюсков из залива в водоемы польдеров.

7. Привнос раковин танатоценозов берега и мелководий Куршского залива в устьевые зоны протоков и основных рек, затоков планктонной личинки дрейссены в протоки и реки. Обмен личинкой дрейссены приводящий к колонизации протоков и устьев рек, и наоборот – залива.

8. Отложение и захоронение танатоценозов за тростниковой зарослью на берегу залива, зарастание их луговой растительностью, включение раковин в процессы почвообразования.

9. Извлечение моллюсков (двустворчатые) из залива птицами моллюскофагами, рыбацкими сетями в прибрежную зону. Транспорт молоди моллюсков между литоралью залива и малыми водоемами побережья благодаря выпасаемому скоту (обычно, брюхоногие).

10. Обмен личинками крупных двустворчатых, расселение крупных двустворчатых по протокам и по рекам, и обратно в залив, с мигрирующей рыбой в виде глохидиев. Колонизация протоков двустворчатыми, отмирание их поселений около устьев рек с выбросом на берег раковин крупных двустворчатых.

11. Антропогенный транспорт раковин вместе с песком для строительных нужд в пределах побережья (дамбы, дороги, постройки).

Несомненно, при формировании танатоценоза важно знать источники раковин и живых моллюсков, их продуктивность, состав поступающих моллюсков из каждого источника, поведение раковин и живых моллюсков при механической сортировке в заливе и на его берегах в живом состоянии и в виде пустых раковин. Таким образом, мы можем заключить, что танатоценозы Куршского залива есть самостоятельный объект для изучения и раковины найденные на берегу нельзя использовать для непосредствен-

ной характеристики населения моллюсков прибойно-ледовой (литоральной) зоны Куршского залива. Нужно работать только с живыми моллюсками.

Каждый танатоценоз на берегу залива при его постоянном мониторинге может дать понимание процессов гибели моллюсков в различных береговых экосистемах, а также оценить уровни обилия отмирающих сообществ, но лишь опосредованно. Необходимо детальный анализ танатоценозов Куршского залива как одного из способа расшифровки процессов происходящих на его берегах, как биотических, так абиотических. Это наиболее интересная научная задача для дальнейшего изучения Куршского залива. Можно также утверждать, что танатоценозы различных участков побережья Куршского залива специфичны по видовому составу и обилию раковин моллюсков в них, но общая картина распределения раковин моллюсков по заливу до сих пор не изучена.



Рис. 4. Западный канал, место обнаружения *Gyraulus albus* (Müller, 1774) – вида из Красной книги Калининградской области, неподалеку в болоте обнаружен редкий *Gyraulus rossmaessleri* (Auerswald in A. Schmidt, 1851), а также в самом канале чужеродный *Gyraulus parvus* (Say, 1817).

В заключении мы хотим указать на тот факт, что подобные обнаруженным в пос. Заливное водно-болотные угодья (польдеры), которые заселяются богатой фауной моллюсков пересыхающих водоемов – нуждаются в охране на региональном уровне и должны быть включены в качестве памятников природы в региональную Красную книгу.

Благодарности. Пользуясь случаем, выражаю признательность Vollrath Wiese (Haus der Natur - Cismar (Natural History Museum) Baederstrasse 26, D-23743 Cismar, Germany), Peter Glöer (Biodiversity Research Laboratory Schulstr. 3, D-25491 Hetlingen, Germany), Lucie Juříčková (Charles University, Department of Zoology, Viničná 7, CZ-12844 Praha 2), Andrzej Piechocki (Zakład Biogeografii i Ekologii Bezkręgowców, Uniwersytet Łódzki, Poland), Michael L. Zettler (Leibniz-Institute for Baltic Sea Research Biological Oceanography Seestrasse 15 D-18119 Rostock Germany), Albertas Gurskas (Каунасский

зоологический музей им. Т. Иванаускаса, Литва), И.А. Балашов (НАН Украины, Институт зоологии им. И.И.Шмальгаузена) за присланные определители и фаунистические сводки по моллюскам Европы. Также выражаю признательность Максиму Винарскому (СПбГУ) оперативно приславшему Аналитический каталог моллюсков России и Алексею Дмитрию Олеговичу (ФГБНУ «ВНИРО») за консультацию по обмену раковинами моллюсков по почте. Буруковский Р.Н. (КГТУ) читал рукопись и сделал ряд существенных замечаний. Мы благодарны Сергею Оленину (Klaipeda University, Coastal Research and Planning Institute, Lithuania), Darius Daunys (Klaipeda University, Marine Science and Technology Center, Benthic Ecology), Albertas Bitinas (Klaipeda University, Open Access Centre for Marine Research), которые прислали нам статьи о моллюсках Куршского залива.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Жадин В. И. Методика изучения донной фауны водоёмов и экологии донных беспозвоночных. Жизнь пресных вод. Том. 4. Часть 1. М.–Л.: Академия наук СССР, 1956. С. 279–382.
2. Sturm C. F., Pearce T. A., Valdes A. The Mollusks: A Guide to Their Study, Collection, and Preservation. Boca Raton: Universal Publishers FL USA, 2006. 460 p.
3. Glöer P., Meier-Brook C. Süßwassermollusken (Ein Bestimmungsschlüssel für die Bundesrepublik Deutschland, 13 neubearbeitete Auflage. Hamburg: DJN, 2003. 135 p.
4. Wiese V., Richling I. Süßwassermollusken Mitteleuropas. [Bestimmungskarte] Göttingen: 2007. 2 p.
5. Ellis A. E. British Freshwater Bivalve Mollusca. Linnean Society Synopsis of the British Fauna. New Series. N 11. London: Academic Press, 1978. 113 p.
6. Macan T. T. A Key to the British Fresh- and Brackish-Water Gastropods, with Notes on their Ecology, 4 Ed. Ambleside: Freshwater Biological Association, Scientific Publication. № 13. 1977. 46 p.
7. Glöer P. Süßwassergastropoden Nord- und Mitteleuropas. Bestimmungsschlüssel. Lebensweise, Verbreitung. 2. Aufl., Hackenheim: Conchbooks, 2002. 327 p.
8. Anderson R. An annotated list of the non-marine Mollusca of Britain and Ireland, Journal of Conchology. 2005. vol. 38. pp. 607–638.
9. Glöer P., Zettler M. Kommentierte Artenliste der Süßwassermollusken Deutschlands. Malakologische Abhandlungen. 2005. № 23. P. 3–26.
10. Horsák M., Juříčková L., Beran L., Čejka T., Dvořák L. Komentovaný seznam měkkýšů zjištěných ve volné přírodě České a Slovenské republiky, Malacologica Bohemoslovaca. 2010. № 1. pp. 1–37.
11. Zettler M.L., Jueg U., Menzel-Harloff H., Göllnitz U., Petrick S., Weber E., Seeman R. Die Land- und Süßwassermollusken Mecklenburg-Vorpommern, Rostock, Obotritendruck Schwerin, 2006. 318 p.
12. Piechocki A., Wawrzyniak-Wydrowska B. Guide to Freshwater and Marine Mollusca of Poland. Poznan: Bogucki WN, 2016. 280 p.

FRESHWATER MOLLUSCS OF THE SOUTHERN COAST OF THE CURONIAN LAGOON (POSTNICKEN VILLAGE, KALININGRAD REGION, RUSSIA)

Manakov Dmitry, Librarian

Immanuel Kant Baltic Federal University (IKBFU): Library, Russia, Kaliningrad Region, Kaliningrad, e-mail: echo_tc2@rambler.ru

The paper gives a description of the species composition and quantitative development of freshwater mollusks for the coastal zone of the Curonian Lagoon within the Zalivnoe village (including the characteristics of coastal tanatocoenoses), as well as for small permanent and temporary reservoirs. In conclusion, we characterized the elementary processes leading to the formation of the thanatocoenoses of the Curonian Lagoon and compared our data with those of previous studies.

УДК 574.2 595.36: 591.4: 591.5

СОЗРЕВАНИЕ РЕПРОДУКТИВНОЙ СИСТЕМЫ САМОК КРЕВЕТОК *MELICERTUS KERATHURUS* (CRUSTACEA: DECAPODA: PENAEOIDEA: PENAEIDAE)

Судник Светлана Александровна, канд. биол. наук, доцент кафедры ихтиопатологии и гидробиологии

ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет», Калининград, Россия, e-mail: svetlana.sudnik@klgtu.ru

Изучение созревания репродуктивной системы самок креветок Melicertus kerathurus затрагивает гонадный и клеточный (оогенез) уровни этого процесса. Описана морфология яичников, анатомия гонад (взаимное расположение половых клеток, их перераспределение в процессе развития и созревания яичников), получена шкала для определения стадий зрелости яичников, описана цитоморфология оогоний, ооцитов шести фаз развития, дана характеристика типа созревания гонад. Приведены данные о плодовитости, размерам зрелых ооцитов и типе нереста у M. kerathurus

Melicertus kerathurus Forskål, 1775 (таксономический статус – по [1]) – восточно-атлантический вид. Массово обитает в Средиземном море, включая Мраморное море, встречается также в Восточной Атлантике от южных берегов Англии до Анголы. Обитатель шельфа (5-40 м, редко – до 100 м, однажды – на глубине до 640 м) [2]. Это зарывающаяся креветка; в Средиземном море она встречается на илистых или илисто-песчаных, а у Африки – преимущественно на песчаных грунтах. Выдерживает значительные колебания солености. Претерпевает два типа миграций: трофические, суточные, вертикальные и онтогенетические, горизонтальные [1,3-13]. Общая длина тела (ДТ) креветки колеблется от 85 до 272 мм, чаще 100-140 мм: у самцов 92-155, а у самок – 104-190 мм, масса 30-90 г [13-15]. Размер половозрелости самок 120-178 мм ДТ [16-19]. Донный нерест начинается весной (апрель-май), активно происходит летом и продолжается до конца сентября-начала октября – в прибрежных районах, там же происходит вынашивание самками эмбрионов; вылупившиеся личинки ведут планктонный образ жизни, после чего возвращаются в прибрежные мелководные районы и оседают

на дно, где претерпевают метаморфоз. При достижении размера половозрелости креветки мигрируют на глубины около 25 м [17-20]. Самки нерестятся неоднократно, это может быть 2-3 раза за репродуктивный сезон с интервалом в 3 месяца [5,16]. Продолжительность жизни *M. kerathurus* 3-4 года [21]. По типу питания – хищник-бентофаг. Основу пищи составляют моллюски, ракообразные, полихеты и иглокожие [5,22].

В водах Западной Африки самостоятельного промыслового значения не имеет, обычно встречаясь в прилове при тралениях более всего в прибрежных водах на песчаных грунтах, при облове скоплений каракатиц и лишь в темное время суток. Более или менее стабильный, хоть и ограниченный по размерам (2902-4321 т, максимально 7700 т – в 2000 г.), промысел этого вида с 1993 по 2002 гг. проводился у берегов Бенина и Нигерии судами Греции, Албании, Франции, Италии, Туниса [23,24]. В Средиземном море (залив Габес) уловы креветки тралами и при кустарном промысле достигали около 6400 т. [25]. Отмечали находки *M. kerathurus* в озере Тимсах, также как и то, что креветки мигрируют через Суэцкий канал из Средиземного моря в Красное море, где формируют большую часть уловов пенеид Суэцкого канала. Кроме того, *M. kerathurus* – важный объект аквакультуры, поэтому публикаций, описывающих разные аспекты его биологии, в том числе репродуктивной, у креветок из дикой среды и, особенно, марикультуры, чаще в Средиземном море, достаточно много [11,14,15,17-19,21,26-37].

Морфология и анатомия яичников креветок пенеид описывалась многими авторами, в том числе есть ряд работ, затрагивающих строение гонад *M. kerathurus* [16,26,29,35], однако в них лишь частично описана их анатомия, морфология ооцитов и выполнены эти работы для креветок из других районов ареала вида (Средиземного моря, Кадисского залива Атлантического океана) [16,29,35]. Наша работа, изучающая оогенез *M. kerathurus* из вод у побережья Марокко с подробным описанием морфологии ооцитов разных фаз развития, анатомии яичников, перераспределения ооцитов в процессе их развития, дополняет известные исследования [16,29,35]. Цель данной работы – описание созревания самок *M. kerathurus* на клеточном (оогенез) и гонадном уровне (строение яичника в процессе развития с характеристикой типа созревания).

Материалы и методы

Материал в количестве 12 самок *Melicertus kerathurus* собран донным рыболовным тралом в рейсе судна СРТР 9019 «Охта» 11.08.1963 г. у побережья северо-западной Африки (Марокко) (31°38'0 с.ш. 10°00'0 з.д.) над глубинами 30-95 м и с официального разрешения передан автору на обработку. При биологическом анализе [38,39] у самок среди прочего измеряли общую длину тела (ДТ, от основания глаз до конца тельсона), с точностью до 0,5 мм; оценивали стадии зрелости яичников по 7-балльной шкале. На оогенез были отобраны яичники 12 самок: 58 % из них были в стадии зрелости III (начало созревания), 25 % – в стадии VI-II (посленерестовые особи), 17 % – в стадии VI-III (повторно созревающие самки). Самки в стадии зрелости I (неполовозрелые), II (половозрелые), IV (созревающие) и V (преднерестовые) в материале не встречены. Для гистологии гонады фиксировали смесью 10% формальдегида и ледяной уксусной кислоты (10:1), затем обрабатывали с помощью стандартных гистологических методик [40]. Методика и методология исследования созревания яичников, описания оогенеза креветок – в работах [41-43].

Результаты и обсуждение

Морфология яичника. Строение яичников *M. kerathurus* типично для представителей *Penaeus sensu lato* [38]. Они имеют H-образную форму, в зрелом состоянии заполняют всю дорсальную часть цефалоторакса и тянутся вдоль тела до 5-6 сегмента

абдомена. Каждый яичник образует передний отросток, лежащий на боковой стороне желудка, задний длинный вырост, находящийся в абдомене над кишечником, и 4-6 боковых отростков (рисунок 1, а), лежащих дорсолатерально на гепатопанкреасе. Ряд авторов [26,44-46] отмечали явную метамерность внешнего строения яичника у креветок рода *Penaeus*. Цвет зрелых яичников коричневато-зеленый. Схожую морфологию зрелых яичников имеют самки многих видов креветок надсемейства Penaeoidea, за исключением видов рода *Funchalia*, у которых существенно редуцированы задние выросты яичника [26,47-52].

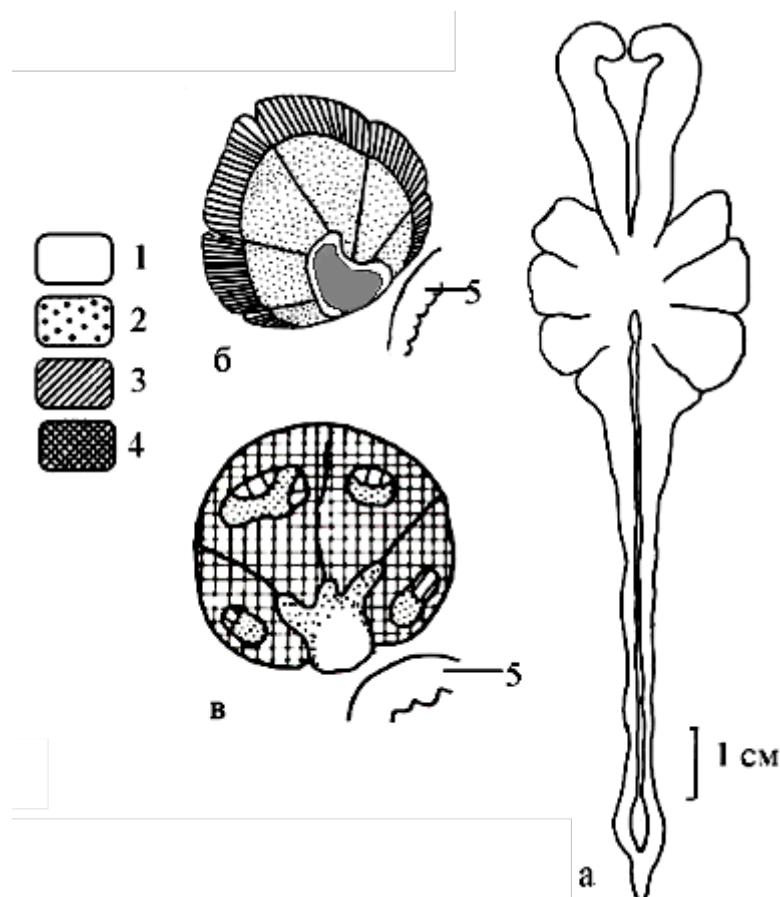


Рис. 1. Морфология и анатомия яичников *Melicertus kerathurus*: а – морфология созревающих и зрелых яичников; б, в – анатомия (схема расположения ооцитов в одном яичнике (поперечный разрез)): б – VI-II стадия созревания яичника (серым цветом показана полость в гонаде), в – III стадия созревания яичника. 1 – зона пролиферации (включает оогонии и ооциты 1-ой фазы развития); 2 – ооциты 2-ой фазы развития; 3 – ооциты 3-ей фазы развития (недавно оформленного фолликула); 4 – ооциты 4-ой фазы развития (начало активного вителлогенеза); 5 – кишечник

Взаимное расположение производных герминативного эпителия в яичниках *M. kerathurus* (показано схематически на рисунке 1, б, в). Зона пролиферации (ЗП) тянется скорее вентрально, чем вентромедиально вдоль каждого яичника.

Она вдается внутрь примерно на 1/4 диаметра гонады, четко ограничена септой в виде отдельного участка. Оогонии лежат вентрально, под оболочкой гонады, компактной группой, обозначая центр зоны пролиферации, занимая примерно 1/3 высоты ЗП. Остальная часть ЗП заполнена протоплазматическими ооцитами в 1-й фазе развития, отдельные из них попадают в неразвитых гонадах прямо под их оболочкой, дор-

сально. Септы разбивают на группы более развитые ооциты протоплазматического роста, а в созревающих гонадах – и ооциты 4-ой фазы развития (вителлогенные, фазы вакуолизации). Последние занимают большую часть гонады, залегая от ЗП вплоть до оболочки на дорсальной, латеральной и вентральной сторонах яичника.

За ооцитами 1-ой фазы развития лежат превителлогенные ооциты во 2-ой фазе развития, их размер увеличивается по мере удаления от ЗП. Ооциты в 3-ей фазе развития (превителлогенные, в недавно оформленном фолликуле) занимают периферическое положение, гранича изнутри с одним-двумя слоями ооцитов 2-ой фазы развития, а снаружи – с оболочкой гонады (рисунок 1, б). Ооциты во 2-ой и 3-ей фазах развития охвачены неполными септами, формируя гнезда клеток, между которыми появляются первые ооциты начала вителлогенеза (4-ой фазы развития, фазы начала вителлогенеза). При созревании гонад вителлогенные ооциты постепенно заполняют всю гонаду за исключением ЗП и гнезд с превителлогенными ооцитами (рисунок 1, в).

В посленерестовых гонадах (стадия зрелости VI-II) вентромедиально имеется полость (рисунок 1, б; рисунок 2, б); вероятно, ее просвет служит для вывода зрелых ооцитов из гонады в яйцевод во время нереста. Кроме деталей строения, указанных на рисунке 1 (б), внутри посленерестового яичника могут встречаться многочисленные мелкие полости и отдельные невыметанные и резорбирующиеся ооциты (рисунок 2, б).

Сравнение взаимного расположения половых клеток внутри яичников у мелицертуса и других пенеоидных видов креветок [50] показало ряд общих черт в перераспределении клеточных ансамблей при развитии их гонад.

На срезах через созревающую гонаду *M. kerathurus* одновременно можно встретить превителлогенные ооциты разных фаз развития (1-ой, 2-ой, иногда – 3-ей), т.е. превителлогенез протекает асинхронно. Созревание гонад (вителлогенез у наиболее развитых ооцитов) начинается после линьки, спаривания и прикрепления сперматофора к теликуму самки пенеоидных креветок [5,6,44,48,53]. Вителлогенные ооциты встречаются в яичнике только в какой-то одной фазе вителлогенеза; вступая в него, они достаточно синхронно проходят три фазы превращений, завершая своё развитие зрелым ооцитом; после вымета зрелых яиц гонада возвращается в неразвитое состояние, с доминированием ооцитов в фазе недавно оформленного фолликула, – вителлогенез у *M. kerathurus* – синхронный процесс.

Оогенез. Самая младшая генерация половых клеток в гонаде – оогонии (рисунок 2, 1). Они имеют почти круглую форму и размеры 8-26 мкм. Ооплазма вокруг ядра в виде почти незаметного пояса. Ядра пузырьковидные, размерами 6-14 мкм. Кариоплазма не окрашена. В центре ядра некоторых оогоний видны метафазные и анафазные хромосомы. Оогонии лежат компактной группой, обозначая центр ЗП.

Младшие генерации периода превителлогенеза отличаются от оогоний, прежде всего, некоторым увеличением количества ооплазмы. Ооциты 1-ой фазы развития лежат свободно, имеют почти прямоугольные очертания, в скоплениях из-за деформации они могут становиться полигональными (рисунок 2, 2); их цитоплазма окрашена однородно; размер клеток 8-40 мкм. Ядро с четкой кариолеммой, размером 4-19 мкм, лежит в центре ооцита. Хроматин в кариоплазме в виде множества компактных глыбок неправильной формы или хромосом типа "ламповых щеток", расположенных в центре ядра, или отдельных пучков хроматиновых нитей – ближе к периферии ядра. Другие авторы описывали схожие размеры ооцитов в начале превителлогенеза у *M. kerathurus* (около 19-24 мкм, 17-26 мкм), их ооплазма была базофильной [16,35].

Ооциты во 2-ой фазе развития продолговатые или полигональные (рисунок 2, 3); цитоплазмы в них значительно больше, она однородно и несколько темнее окрашена, чем у ооцитов фазы 1. Размер клеток 19-75 мкм. Ядра округло-овальные, с четкой кариолеммой, размерами 12-37 мкм; часто смещены к одному из полюсов, реже располо-

жены в центре клетки. В ядрах имеются ядрышки размером 3-9 μm ; их количество варьирует от 1 (в центре ядра) до 5 (1 – в центре ядра, а остальные – по его периферии). В ядре может присутствовать хроматин компактными глыбками неправильной формы, пучками в виде цепочек нитей или прерывистой тонкой сеточки по всему ядру.

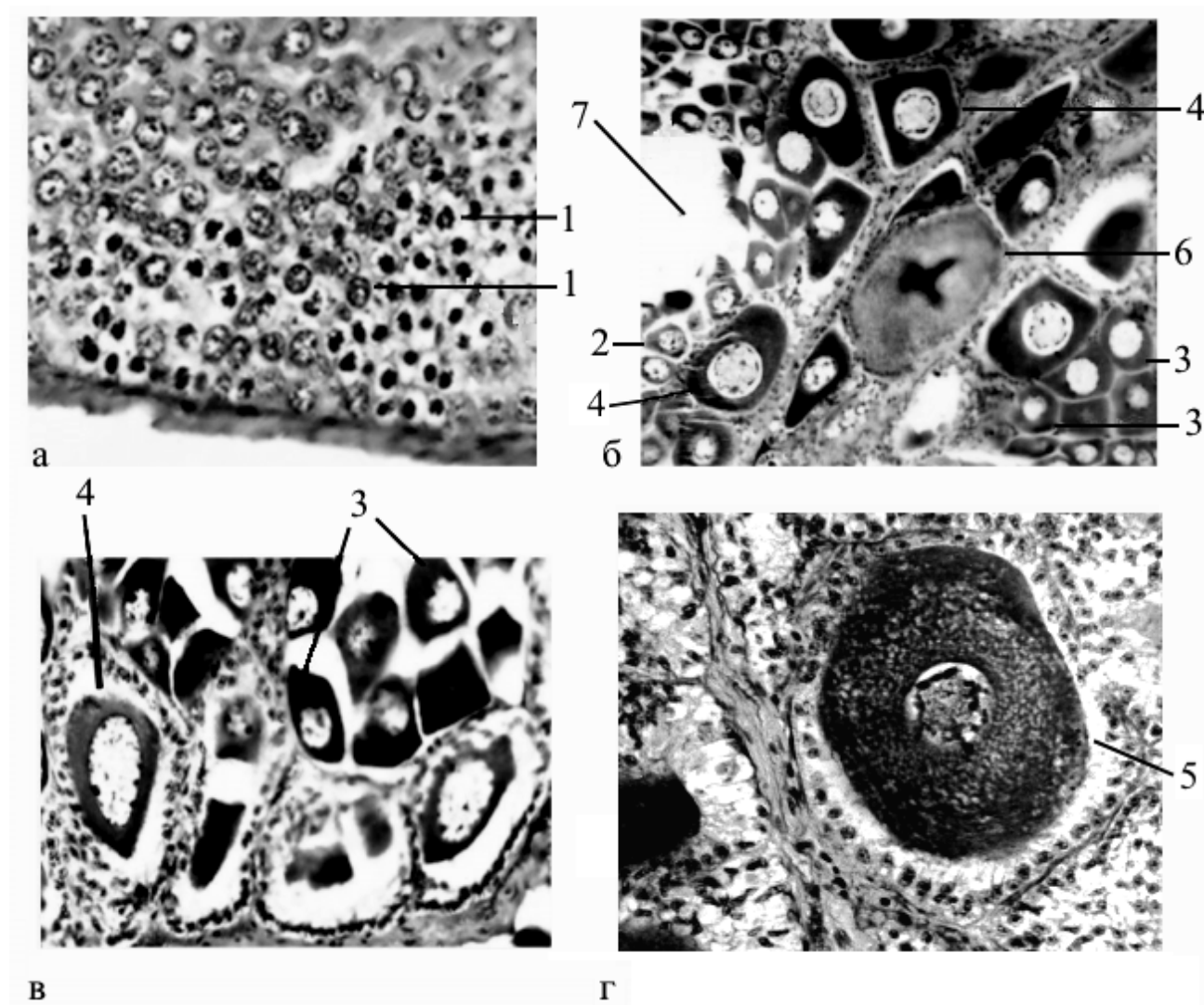


Рис. 2. Половые клетки в яичнике *Melicertus kerathurus*: 1 – оогонии; 2 – ооциты 1-ой фазы развития; 3 – ооциты 2-ой фазы; 4 – ооциты 3-ей фазы развития; 5 – ооциты 4-ой фазы; 6 – невыметанный резорбирующийся вителлогенный ооцит; 7 – полость в гонаде (увеличение: а – $\times 125$; б – $\times 100$; в – $\times 150$; г – $\times 225$)

Третья фаза развития (рисунок 2, 4) характеризуется, прежде всего, появлением оформленного фолликула вокруг наиболее развитых превителлогенных ооцитов. Фолликул образован расположенными в один слой фолликулярными клетками с ядрами диаметром около 4 μm . Ооциты этой фазы развития появляются на периферии гонады и, кроме фолликула, от ооцитов предыдущих стадий развития отличаются формой и размером ядрышек. Ооциты становятся более широкими (уменьшилось соотношение длины к ширине клетки). Размер ооцитов также увеличивается (до 42-125 μm). Ооплазма по-прежнему однородно окрашивается, но содержит большое количество гранул того же цвета. Ядра пузырьковидные, их размеры составляют 24-50 μm . Хроматин в виде

тонкой хроматиновой сеточки в центре ядра и/или овальных ядрышек и бесформенных глыбок преимущественно на периферии ядра. Количество ядрышек достигает 4, а их размеры – 3-12 мкм; размах варьирования их размеров объясняется тем, что иногда соседние ядрышки соприкасаются, образуя на срезе вытянутые комплексы. По данным [16] размеры наиболее крупных превителлогенных ооцитов *M. kerathurus* составили около 64-99 мкм (их ооплазма оставалась базофильной), а по [35] размеры ооцитов в недавно оформленном фолликуле – всего 26-65 мкм, что в обоих случаях меньше таковых, полученных нами (до 125 мкм).

У *M. kerathurus* нами и другими исследователями [16,31,35] не наблюдался развитый синтез эндогенного желтка до образования фолликула, что обнаружено у ряда крупнойцевого каридных видов креветок [43].

Ооциты 4-ой фазы развития – это ооциты в начале вителлогенеза. Их размер достигал 45-159 мкм. У более мелких ооцитов изменение ооплазмы начинается с заполнения крупными зернами диаметром порядка 1 мкм (рисунок 2, 5), их скопления особенно плотны на периферии ооцитов. Ядра овальной формы размерами 22-63 мкм; границы ядра четкие; кариоплазма не окрашена, с хроматиновой сеточкой; по периферии ядер различимы 7-9 ядрышек диаметром 3-15 мкм. В ооплазме более крупных ооцитов кроме зерен наблюдалось множество вакуолей; ядрышки в их ядрах (в среднем не более 8 экз.) по-прежнему располагались по периферии ядра, встречались их объединения в комплексы, иногда сложной и неправильной формы. У *M. kerathurus* из Кадисского залива ооциты в начале вителлогенеза имели схожие размеры (примерно 100-160 мкм), их ооплазма менялась на ацидофильную [16].

Развивающиеся вителлогенные ооциты 5-ой фазы (измененного ядра) и 6-ой фазы развития (зрелого ооцита) в исследованных яичниках *M. kerathurus* не встречались. По данным [16] размеры созревающих вителлогенных и зрелых ооцитов *M. kerathurus* достигали около 160-200 мкм и 200-300 мкм, соответственно, их ооплазма была ацидофильной. Медина с соавторами [35] показали для *M. kerathurus* размеры ооцитов в начале вителлогенеза – 80-100 мкм, активно созревающих, с ооплазмой, заполненной желтковыми гранулами – 100-200 мкм, и размеры зрелых ооцитов, с кортикальными телами по периферии, – более 200 мкм.

Нами, в посленерестовых гонадах *M. kerathurus* отмечались вителлогенные ооциты в состоянии резорбции (оставшиеся после предыдущего нереста). Резорбирующиеся клетки были пузырьковидной формы, окружены словно вздутыми фолликулярными клетками, диаметр которых минимум в два раза больше, чем у таковых в фазе недавно оформленного фолликула. Внутри одних таких ооцитов различалось так называемое измененное ядро (удлиненной лакуноподобной формы, его кариолема исчезает, кариоплазма образует нечеткие границы) (рисунок 2, б), внутри других наблюдались крупные темно окрашенные желтковые капли. От некоторых ооцитов внутри фолликула отмечено только остаточное тело темно окрашенного цвета. Резорбирующиеся ооциты отмечены в посленерестовых яичниках *M. kerathurus* и другими авторами [16,35].

Наши исследования оогенеза *M. kerathurus* показали, что в процессе созревания его яичников сочетаются период асинхронного развития превителлогенных ооцитов, заканчивающегося формированием фолликула, с периодом синхронного развития и созревания одной генерации вителлогенных ооцитов.

Сравнительный анализ строения ядерного аппарата в ооцитах пенеоидных креветок показал следующее. Размеры одиночных ядрышек в ооцитах у многих видов составляют 3-6 мкм, их количество может увеличиваться в течение оогенеза почти в два раза (от менее 10 экз. до 18-30 экз.) [50,54], что служит проявлением активного синтеза белков и сложных ядерно-цитоплазматических отношений в вителлогенных ооцитах [55]. Форма ядрышек видоспецифична и у некоторых видов изменчива в течение ооге-

неза (например, у *Solenocera africana*); соприкасаясь, ядрышки могли сливаться в комплексы разной формы, сложности и размеров (например, у *Parapenaeus longirostris* – до 68 μm , по сравнению с размером до 15 μm – у *M. kerathurus Aristaeus varidens* и *Farfantepenaeus notialis*). Размеры ядер примерно совпадали на всех этапах оогенеза, за исключением *Funchalia danae* (размер ее изменённых ядер достигал около 320 μm , в отличие от не более 150 μm у ряда других видов Penaeoidea) [50,54]. Размеры превителлогенных ооцитов у пенеоидных креветок в соответствующих фазах развития вполне сравнимы, к концу вителлогенеза они могли существенно отличаться: от 0,25-0,45 мм у ряда придонных, донных и зарывающихся обитателей шельфа, его кромки и материкового склона [42,43] до 0,6 мм – у пелагического вида *F. danae*. Увеличение размера зрелых ооцитов можно оценить как первые признаки заботы о потомстве.

Шкала для определения стадий зрелости яичников *M. kerathurus*. По нашим данным можно описать III, VI-II и VI-III стадию зрелости гонад у самок *M. kerathurus*. Описание остальных стадий приводится в соответствии с данными Буруковского [38,56], некоторые детали – по [16,57]. Взаимное расположение ооцитов разных фаз развития, их перераспределение в процессе созревания яичников, размеры описаны выше.

Стадия I (у неполовозрелых самок). Яичники очень тонкие, непрозрачные, с большим трудом различимы на фоне других органов. Каждая гонада включает зону пролиферации и наиболее развитые ооциты в гонаде – во 2-ой фазе развития (размеры 19-75 μm).

Стадия II (у впервые половозрелых самок). Гонады относительно тонкие, но хорошо визуально отличимы на фоне других органов; вялые, полупрозрачные, желтоватые. В яичнике есть оогонии и ооциты всех трех фаз превителлогенеза (ооциты старшей генерации – в 3-ей фазе развития (недавно оформленного фолликула), их размеры 42-125 μm).

Стадия III (яичники в начале созревания). Гонады очень хорошо выделяются на фоне других органов, непрозрачные, матовые или белые, слегка сероватые или зеленоватые. Их передние отроги не прикрывают желудок с боков. Зона пролиферации, превителлогенные ооциты располагаются несколькими хорошо отличимыми друг от друга группами. Зона пролиферации вдаётся вглубь гонады примерно на 1/4 часть от ее ширины. На периферии яичника появляются одиночные ооциты в начале вителлогенеза (в 4-ой фазе развития, размеры 45-159 μm); это – наиболее развитые ооциты в гонаде. Вентромедиально в каждой гонаде есть полость.

Стадия IV (яичники в процессе активного вителлогенеза). Гонады крупные, их передние отроги прикрывают желудок с боков. Цвет гонад от серовато-зеленого до ярко-зеленого. Яичники просвечивают сквозь экзоскелет креветки. Яичник включает зону пролиферации, превителлогенные ооциты во 2-ой фазе развития. Остальную, периферическую часть гонады занимают наиболее развитые ооциты – в 5-ой фазе развития, размерами около 160-200 μm . Вентромедиально в гонадах есть полость.

Стадия V (зрелые яичники, у преднерестовых особей). Гонады очень крупные, заполняют всю дорсальную часть цефалоторакса и абдомена (последнего – до 5-6 сегмента); их передние отроги прикрывают желудок с боков. Цвет яичников коричневатозеленый (или зелено-бронзовый). Яичники хорошо видны сквозь экзоскелет. Подавляющая часть гонады заполнена зрелыми вителлогенными ооцитами. Вентромедиально в гонадах – полость. Септы отделяют вентромедиально расположенную зону пролиферации (очерчивает изнутри полость), разбивают на группы превителлогенные ооциты 2-ой фазы, появившиеся немногочисленные ооциты 3-ей фазы развития и зрелые ооциты (в 6-ой фазе развития, размерами 200-300 μm).

Стадия VI-II (у посленерестовых особей). Зона пролиферации вдаётся вглубь яичника примерно на 1/5-1/6 часть от его ширины. Яичники включают также ооциты 2-ой фазы развития и генерацию наиболее продвинутых в развитии ооцитов – ооциты 3-ей фазы развития (недавно оформленного фолликула). В гонаде присутствуют невыметанные вителлогенные ооциты на разных этапах резорбции.

Можно выделить **стадию зрелости гонад VI-III** (у повторно созревающих самок). Гонады вялые, полупрозрачные, матовые или белые, визуальны отличимы от других органов; их задние отростки по толщине примерно равны лежащему под ними кишечнику. В яичниках заметны невыметанные вителлогенные резорбирующиеся ооциты, пустые фолликулы. Есть зона пролиферации, превителлогенные ооциты во 2-ой фазе и вителлогенные ооциты 4-ой фазе развития.

Медина с соавторами [35] выделили для *M. kerathurus* 5 стадий развития яичников (превителлогенные; ранний вителлогенез; поздний вителлогенез; зрелые; посленерестовые), Родригез [16] – также 5 стадий (неразвитые; развивающиеся; начальной зрелости; зрелые; в состоянии дегенерации). Наша шкала отличается выделением стадии I (у неполовозрелых самок) и, что в целом необязательно, – стадии VI-III (у повторно созревающих самок).

Можно сделать вывод, что у креветок надсемейства Penaeoidea сходны в общих чертах и основные этапы формирования зрелого яйца, и особенности расположения и перераспределения половых клеток в яичнике по мере его развития и созревания.

Плодовитость, размер зрелого ооцита и тип нереста у *M. kerathurus*. По литературным данным [16,26] количество зрелых ооцитов у этого вида (абсолютная индивидуальная плодовитость, АПИ) составила 81 тыс.-1,3 млн. экз. Это – одна из наибольших величин АПИ, известная для креветок в целом (от 9 ооцитов до 1,5 млн. ооцитов), и для ряда пенеонидных видов в частности (от 596 до 1,5 млн. ооцитов) [42,50-52]. Размер зрелого ооцита *M. kerathurus* небольшой, достигает 0,3-0,4 мм [16,26,35], что сравнимо с таковыми, характерными в общем, для пенеонидных видов (до 0,6 мм), и – значительно меньше, по сравнению с ними у каридных креветок (0,3-6,4 мм) [43,58]. Синхронный вителлогенез у *M. kerathurus* реализуется в откладке при каждом нересте одновременно всех вителлогенных ооцитов. Откладка яиц занимает несколько минут (у *M. kerathurus* – 1-2 мин.). Яйца откладываются в воду, из них вылупляются мелкие слабо развитые планктотрофные личинки [26,50,59,60]. Совокупность особенностей процессов созревания самок *M. kerathurus* на всех иерархических уровнях (клеточном, органном и организменном) формирует r-стратегию их размножения.

Выражаю большую благодарность Р. Н. Буруковскому за материал и обсуждение работы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Perez Farfante I., Kensley B. Penaeoid and sergestoid shrimps and prawns of the World. Keys and diagnoses for the families and general. Mémoires du Museum National d'Histoire Naturelle. 1997, T. 175, Zoologie, p. 233.
2. Ragonese S., Giusto G. B. Deep water occurrence of *Penaeus kerathurus* (Forskål, 1775) (Decapoda, Penaeidae) in the Strait of Sicily (central Mediterranean Sea). Crustaceana. 1998, no.71, pp. 353-357.
3. Heldt J. H. Contribution à l'étude de la biologie des Pénéides. Bull. Sta. Océanogr. Salammbô, 1954, no.47, pp. 5-27.
4. Azouz A. Les crustacés comestibles (crevettes et langoustines) des mers tunisiennes // Bull. Inst. Océanogr. Pêche, Salammbô. 1972. Vol.2. №3. P. 275 - 301.

5. Буруковский Р. Н. Некоторые вопросы систематики и распространения креветки рода *Penaeus* // Труды АтлантНИРО. Калининград: АтлантНИРО. 1972. Вып. 42. С. 86-119.
6. Буруковский Р. Н. Креветки юго-восточной Атлантики и закономерности их батиметрического распределения // Зоологический журнал. 1978. Т. 57. Вып. 10. С. 1501-1510.
7. Буруковский Р. Н. Особенности батиметрического распределения креветок у атлантического побережья Марокко // Океанология. 1980. Т. 20. Вып. 6. С. 1098-1102.
8. Буруковский Р. Н. Экологический статус таксоцена креветок материкового склона в районах с развитым терригенным осадкообразованием // Журн. общ. биол. 1989. Т. 50. Вып. 5. С. 621-631.
9. Holthuis L. B., Rosa H. List of species of shrimps and prawns of economic value. FAO Fish. Tech. Pap, 1965, V. 52, p. 21.
10. Holthuis L. B. FAO species catalogue: 1. Shrimps and prawns of the world: an annotated catalogue of species of interest to fisheries. FAO Fisher. Syn, 1980, no.125, p. 127.
11. Ben Meriem S. Caractères biométriques de *Penaeus kerathurus* du golfe de Gabès (Decapoda, Penaeoidea). Crustaceana, 1995, 68(5), pp. 583-596.
12. d'Udekem d'Acoz C. Inventaire et distribution des crustacés de capodes de l'Atlantique nord-oriental, de la Méditerranée et des eaux douces continentales adjacentes au nord de 25°N. Patrimoines Naturels (MNHN/SPN), 1999, no.40, p. 383.
13. *Melicertus (Penaeus) kerathurus* (Forskål, 1775) // Электрон. дан. Режим доступа URL: <http://www.faomedsudmed.org/html/species/Melicertus%20Penaeus%20kerathurus.html> (дата обращения 10.06.2018)
14. Griffiths D. Foraging costs and relative prey size. The American Naturalist, 1980, V. 116, no. 5, pp. 743-752.
15. Tsimenides N., Machias A., Vatos D., Giannoulaki. Analysis of trawls' discards operation in the central and eastern Mediterranean Sea. Interim report. Commission of the European Communities. Directorate-General for Fisheries XIV. Contract No 97/0044. Final Report, 1999.
16. Rodríguez A. Biología de l langostino *Penaeus kerathurus* (Forskål, 1775) de l Golfo de Cádiz. I. Reproduction. Inv. Pesq, 1985, no.49, pp. 581-595.
17. Ben Meriem S. Taille de première maturité sexuelle et période de ponte de *Penaeus kerathurus* du golfe de Gabès (Decapoda, Penaeoidea). Crustaceana, 1993, 65(1), pp. 82-96.
18. Gharbi A., Ben Meriem S. Résultats de chalutages expérimentaux (mai-juin 1996) dans le golfe de Gabès. Bulletin de l'Institut National des Sciences et Technologies de la Mer, 1996, no.23, pp. 80-96.
19. Turkmen G., Ozden O., Parug S., Akalin S. Some reproductive aspects of *Melicertus kerathurus* (Forskål, 1775) (Decapoda, Penaeidae) inhabiting the Gulluk Bay (Aegean sea) of Turkey. J. App. Biol. Sci, 2007, 1(1), pp. 69-74.
20. Conides A., Glamuzina B., Dulcic J., Kapiris K., Jug-Dujakovic J., Papaconstantinou C. Study of the reproduction of the karamote shrimp *Penaeus (Melicertus) kerathurus* in Amvrakikos Gulf, western Greece Acta Adriat, 2008, 49(2), pp. 97-106.
21. Ben Mariem S. First approach to the growth of *Penaeus kerathurus* (Decapoda, Penaeidae) in the Gulf of Gabès, Tunisia. Crustaceana, 2004, no.77, pp. 277-297.
22. Буруковский Р. Н. О питании четырех видов креветок из рода *Penaeus*, обитающих в Атлантическом океане // Труды АтлантНИРО. Калининград: АтлантНИРО. 1975. Т. 58. С. 157-167.
23. Crosnier A., Forest J. Les crevettes profondes de l'Atlantique oriental tropical. Faune tropicale. Paris: ORSTOM, 1973, p.409.

24. FAO. Fishery statistics. Capture production. Vol.94/1. 2002. Rome: Food and agriculture organization of united nations, 2004, pp. 314-321.
25. FAO. Fisheries and aquaculture statistics 2008: FAO YEARBOOK. Rome: Food and agriculture organization of united nations, 2010, p.74.
26. Heldt J. H. La reproduction chez les crustacés Décapodes de la famille des Penaeides. Annales Inst. Océanogr. Monaco, 1938, V.18, no.2, pp. 31-206.
27. Mustapha A. B. Observations biologiques sur *Penaeus kerathurus* Forskål et étude biométrique. Annales №XIII, Institut national scientifique et technique d'océanographie et de Pêche. Salammbô, 1967, p. 101.
28. Puddu M. A. Possibilita' di allevamento di *Penaeus kerathurus* (Mazzancolla) negli stagni della Sardegna. TESI, 1977, p.70.
29. Rodríguez A. Contribución al conocimiento de la biología y pesca del langostino *Penaeus kerathurus* (Forskål, 1775) del Golfo de Cádiz (Region Sudatlantica española). Invest. Pesq, 1977, no.41, pp. 603-635.
30. Lumare F. Breeding and intensive farming of the shrimp *Penaeus kerathurus* (Forskål, 1775) from egg to post-larva. NOAA, 1980, p. 58.
31. Rodríguez A. Growth and sexual maturation of *Penaeus kerathurus* (Forskål, 1775) and *Palaemon serratus* (Pennant) in salt ponds. Aquaculture, 1981, no.24, pp. 257-266.
32. Conidies A., Klaoudatos S. D., Tsevis N. Study on the growth rates of the shrimp *Penaeus kerathurus* (Forskål, 1775) in Amvrakikos Gulf. Proceedings of the 3 Panhellenic Congress of Oceanography and fisheries, 14-17 May 1990. Athens, Hellas, 1990, pp. 610-619.
33. Browdy C. L. A review of the reproductive biology of *Penaeus* species perspectives on controlled shrimp maturation systems for high quality nauplii production. Proceedings of the special session on shrimp farming, 22-25 May 1992, Orlando, Florida. (J. Wyban (ed.)). World aquaculture society, Baton rouge, Louisiana, USA, 1992, pp. 22-51.
34. Marine shrimp culture: principles and practices. (Eds. A.W. Fast, L.J. Lester). Elsevier Science B.V, 1992, p.862.
35. Medina A., Vila Y., Mourente G., Rodriguez A. A comparative study of the ovarian development in wild and pond-reared shrimp *Penaeus kerathurus* (Forskål, 1775). Aquaculture, 1996, no.148, pp. 63-75.
36. Ben Meriem S. Mortalités (F et M) et analyse des rendements par recrue de *Penaeus kerathurus* (Forskål) du golfe de Gabès, Tunisie. Cah. Option Mediterr, 1998, no.35, pp. 25-34.
37. Karani I., Kitsos M.-S., Chartosia N., Koukouras A. Diet composition of the penaeid shrimp, *Melicertus kerathurus* (Decapoda: Penaeidae) in the Aegean sea. Crustaceana, 2005, 78(4), pp. 385-396.
38. Методика биологического анализа некоторых тропических и субтропических креветок / Р.Н. Буруковский // Промыслово-биологические исследования морских беспозвоночных. М.: Труды Всес. н.-иссл. ин-та рыбн. хоз. и океаногр., 1992. С. 77-84.
39. The method of biological analysis for caridean shrimps (Decapoda: Natantia: Caridea) with emphasis on pelagic shrimps / S.A. Sudnik, T. Falkenhaus // Наука и общество в условиях глобализации: материалы НЗ4 международной научно-практической конференции, г. Уфа, 21-22 апреля 2014 г. Уфа: РИО ИЦИПТ, 2014. С. 7-11.
40. Лилли Р. Патогистологическая техника и практическая гистохимия. М.: Мир, 1969. 645 с.
41. Буруковский Р. Н., Судник С.А. Оогенез и созревание яичников как базис репродуктивной стратегии самок креветки *Nematocarcinus africanus* Crosnier et Forest 1973 (Crustacea, Caridea, Nematocarcinidae) // Наука и мир. 2014. Т. 2. № 12. С. 16-24.

42. Судник С. А. Экологические аспекты репродуктивных стратегий креветок: дис. ... канд-та биол. наук. Калининград, 2008. 313 с.
43. Размер зрелых ооцитов как один из параметров созревания самок креветок, его связь с экологией видов / С. А. Судник // V Балтийский морской форум. Всеросс. науч. конф. «Водные биоресурсы, аквакультура и экология водоемов»: труды. Калининград: ФГБОУ ВПО «КГТУ», 2017. С. 294-300.
44. Hudinaga M. Reproduction, development and rearing of *Penaeus japonicus* Bate. Japan. Jour. Zool, 1942, V.10, no.2, pp. 305-393.
45. Palacias M. O. Contribución al estudio de la biología del camarón café *Penaeus californiensis* Holmes. Proc. World scientific conference on the biology and culture of shrimps and prawns. FAO Fish. Rep, 1967, no.57, V. 2, pp. 331-356.
46. Rao P. V. Maturation and spawning of the penaeid prawns of the southwest coast of India. Proc. World scientific conference on the biology and culture of shrimps and prawns. FAO Fish. Rep, 1968, no.57, V. 2, pp. 285-302.
47. King J. E. A study of the reproductive organs of the common marine shrimp, *Penaeus setiferus* (Linnaeus). Biological Bulletin, 1948, no.94, pp. 244-262.
48. Tuma D. J. A description of the development of primary and secondary sexual characters in the banana prawn, *Penaeus merguensis* de Man (Crustacea: Decapoda: Penaeinae). Aust. J. mar. Freshwat. Res, 1967, pp. 73-88.
49. Буруковский Р. Н., Роменский Л. Л. Креветки-фунхалии (Decapoda, Natantia, Penaeidae): Систематика, распространение и некоторые вопросы биологии // Бюлл. Моск. о-ва испыт. природы. Отдел Биологии. 1991. Т.96. Вып. 6. С. 60-72.
50. Сравнительная характеристика оогенезов у креветок надсемейства Penaeoidea / Р. Н. Буруковский, С. А. Судник // VII Всеросс. конф. по пром. беспозвоночным: тезисы докладов. М.: ВНИРО, 2006. С. 150.
51. Созревание самок промысловой креветки *Parapenaeus longirostris* (Lucas, 1846) (Crustacea: Decapoda: Penaeoidea) / С. А. Судник // Промысловые беспозвоночные: VIII всеросс. конф. (Калининград, 2-5.09.2015 г.): материалы докладов Калининград: КГТУ, 2015. С. 130-134.
52. Созревание самок пелагической креветки *Funchalia danae* Burkenroad, 1940 (Crustacea: Decapoda: Penaeoidea) / С. А. Судник // Актуальные проблемы планктонологии: II междунар. конф. (14-18.09.2015 г.): тез. Докладов. Калининград: КГТУ, 2015. С. 83-85.
53. Cummings W. C. Maturation and spawning of the pink shrimp, *Penaeus duorarum* Burkenroad. Transactions of the American Fisheries Society. 1961. P. 462-468.
54. Строение ядрышкового аппарата в ооцитах креветок (Crustacea, Decapoda, Natantia) и его экологические аспекты / С. А. Судник // Водные биоресурсы, аквакультура и экология водоемов: II междунар. научн.-практич. конф. (15-17.10.2014 г.): труды. Калининград: КГТУ, 2014. С. 135-137.
55. Айзенштадт Т. Б. Цитология оогенеза. М.: Наука, 1984. 247 с.
56. Буруковский Р. Н. Некоторые аспекты оогенеза у розовой креветки (*Penaeus duorarum*) // Архив анатомии, гистологии и эмбриологии. Ленинград, 1970. Т. LVIII. №6. С. 56-66.
57. Ceccaldi H. J., André J.-P. Note sur l'ovogénèse chez le pénéidé *Penaeus kerathurus*. Rapp., Comm. int. Mer. Médit. 1971. №20. 263 p.
58. Reproductive morphology of the anchialine shrimp *Procaris ascensionis* (Decapoda: Procarididae) / B. E. Felgenhauer, L. G. Abele, W. Kim. Journal of crustacean biology. 1988. № 8(3). P. 333-339.

59. Буруковский Р. Н. Дмитриева А. И. Сравнительная характеристика оогенеза у некоторых креветок // Всесоюз. науч. конф. по использованию пром. беспозвоночных на пищевые, кормовые и технические цели. М., 1977. С. 14–15.

60. Lagardère J.-P. Les crevettes des côtes du Maroc. Institut scientifique chérifien, 1971. Serie №36. 140 p.

**MATURATION OF REPRODUCTION SYSTEM OF FEMALES
OF THE SHRIMP *MELICERTUS KERATHURUS*
(CRUSTACEA: DECAPODA: PENAEOIDEA: PENAEIDAE)**

Sudnik Svetlana Alexandrovna, PhD, associate professor of ichthyopathology and hydrobiology department

Kalininsrad State Technical University, Kaliningrad, Russia,
e-mail: svetlana.sudnik@klgtu.ru

A study of maturation of the reproductive system of females of the shrimp Melicertus kerathurus concerns the gonadal and cellular (oogenesis) levels of maturation. The morphology of the ovaries, the anatomy of the gonads (the mutual location of germ cells, their redistribution during the development and maturation of the ovaries) were described; ovarian maturity staging was obtained; cytomorphology of oogonia, six phases of oocytes development were described, and a type of ovaries maturation was characterized. Data on fecundity, size of ripe oocytes, and the type of spawning in M. kerathurus were presented.

УДК 574.2 595.36: 591.4: 591.5

**РЕПРОДУКТИВНАЯ БИОЛОГИЯ КРАБОВ *LYPHIRA PERPLEXA* GALIL, 2009
(CRUSTACEA: DECAPODA: BRACHYURA: LEUCOSIIDAE) ЗАЛИВА НЯЧАНГ
ЮЖНО-КИТАЙСКОГО МОРЯ**

Судник Светлана Александровна, канд. биол. наук, доцент кафедры
ихтиопатологии и гидробиологии

Поддубева Екатерина Александровна, студентка 14ВА/б

ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет»,
Калининград, Россия, e-mail: svetlana.sudnik@klgtu.ru, katyha2105@mail.ru

При изучении репродукции краба Lophira perplexa залива Нячанг Южно-Китайского моря оценивались репродуктивное состояние самок, созревание яичников, гонадосоматический индекс, размеры зрелых ооцитов, плодовитость и размеры яиц. Получено: февраль – время активного нереста крабов, ряд биологических механизмов обеспечивают самкам продолжительный нерестовый сезон с возможностью производства нескольких кладок яиц; описаны предварительные модели репродуктивных циклов прибрежных тропических крабов Brachyura

Lophira perplexa Galil, 2009 относится к семейству кошельковых крабов (Leucosiidae) инфраотряда Brachyura (настоящих крабов). Это – донный шельфовый краб, достаточно многочисленный в прибрежных и сублитеральных водах (до глубины 30 м)

Индийского и некоторых районов Тихого океанов. Вид выполняет важные функции в донных экосистемах. Как хищник-бентофаг с достаточно широким спектром питания (питается креветками и крабами, молодь или мелкими видами рыб, брюхоногими моллюсками, а также, в меньшей степени, амфиподами, офиурами, насекомыми, фораминиферами: устное сообщение Р.Н. Буруковского, неопубл.) краб может быть пищевым конкурентом ряда рыб и их молоди, возможна также санитарная роль *L. perplexa*. Сам краб встречается в питании ряда массовых и промысловых рыб Южно-Китайского моря. Кроме того, *L. perplexa* – объект традиционного на побережье Южно-Китайского моря кустарного промысла [1-5]. Для науки исследуемый вид крабов – достаточной новый, таксономические описания его (в процессе переописания рода *Philyra*) были сделаны в 2009 г [1], есть также отдельные данные о его встречаемости, географическом распространении и батиметрическом распределении [6-9]. Данная работа – часть международного проекта Института проблем экологии и эволюции имени А.Н. Северцова, г. Москва и Российско-Вьетнамского Научно-Технического Тропического Центра (г. Нячанг, Вьетнам) «Анализ видовой и функциональной структуры ассоциаций мангровых крабов (*Brachyura*) некоторых заливов Южно-Китайского моря», она продолжает исследования биологии *L. perplexa* в «КГТУ», начатые в 2016 г. [10-13]. Наша работа – первая, описывающая репродуктивную биологию этого краба, как, в общем, так и в частности – в Южно-Китайском море. Цель работы: исследование воспроизводства краба *Lyphira perplexa* из залива Нячанг Южно-Китайского моря. Полученные результаты могут способствовать решению проблем сохранения биоразнообразия этого вида крабов, устойчивой эксплуатации его ресурсов и составления прогноза последствий хозяйственной деятельности в экосистемах залива Нячанг.

Материалы и методы

Материал: 1 проба крабов (318 экз.: 199 самцов и 119 самок) 06.02.2014 г. была отобрана случайным образом из свежих уловов рыбаков, собранных вручную в прибрежной зоне на коралловых литоральных плитах залива Нячанг у г. Нячанг (республика Вьетнам, 12°15' с.ш. 109°11' в.д.) и зафиксирована 70%-ным спиртом.

Биологический анализ крабов проводился в соответствии с полевой методикой для крабов [14], методикой лабораторного анализа других десятиногих раков, но адаптированной нами для крабов [15], и методикой, уточняющей ряд аспектов репродуктивной биологии декапод [16]. В состав анализа среди прочего входили: выполнение промеров ряда фрагментов экзоскелета крабов, в том числе для биометрии вида [11-13]; определение пола (по форме абдомена и строению брюшных ножек: у самцов здесь развиваются копуляторные придатки) [10], весовых параметров (масса определялась с точностью до 0,01 г), степени половозрелости самцов и самок (для самцов использовали морфометрический метод, для самок – морфометрический и гистологический [11-13,17,18]), стадии зрелости яичников (по 6-ти балльной шкале), стадии развития эмбриона (по 5-ти балльной шкале). Гонадосоматический индекс (ГСИ) рассчитывался для зрелых яичников крабов как отношение их массы (без суммарной массы гонады, наполненного пищей желудка и, если это была яйценосная особь – без массы кладки яиц с плеоподов) к массе тела самки, в процентах. Также подсчитывалось количество яиц с плеоподов самки (разовая реализованная плодовитость, РРП), измерялись зрелые ооциты и яйца, с точностью до 0,01 мм.

Результаты и обсуждение

Соотношение полов в пробе *L. perplexa* из залива Нячанг составило 1,7 : 1 (преобладали самцы). У тоже некрупного краба *Rhithropanopeus harrisii* с Черного моря в некоторых местах обитания также явно преобладали самцы [19]. Равное количество са-

мок и самцов – редкость в природе. Соотношение полов в популяции – величина переменная, связанная с условиями существования и определяющая эволюционную пластичность вида. Не исключено, что полученное преобладание самцов у крабов *L. perplexa* связано с методом сбора или/и поведением крабов, или это – результат промыскунитета, что встречается у крабов группы *Brachyura* и позволяет им давать генетически более разнообразное потомство – основу для действия естественного отбора [20,21].

Самцы *L. perplexa* достигали более крупных размеров (до 25 мм ширины карапакса, ШК), чем самки (до 20,9 мм). Среди более мелких особей (ШК до 19 мм) доминировали самки, в основном, – репродуктивно активные, а среди более крупных крабов – самцы. По литературным данным размеры самцов *L. perplexa* из Индийского океана достигают несколько большей величины – почти до 28 мм длины карапакса (в заливе Нячанг – до 25 мм ДК), данные по размерам самок с Индийского и Тихого океанов достаточно схожи – до 22,1 и 22,6 мм, соответственно. В целом, по сравнению с размерами тела других видов Кошельковых крабов, размеры *L. perplexa* из залива Нячанг – средние.

Масса тела крабов *L. perplexa* составила 1,5-6,4 г. Большая максимальная масса тела самцов (6,42 г) соответствуют их большим, по сравнению с самками (5,09 г), максимальным размерам. Между параметрами длина-масса выявлена сильная зависимость с коэффициентом корреляции 0,84 (рисунок 1).

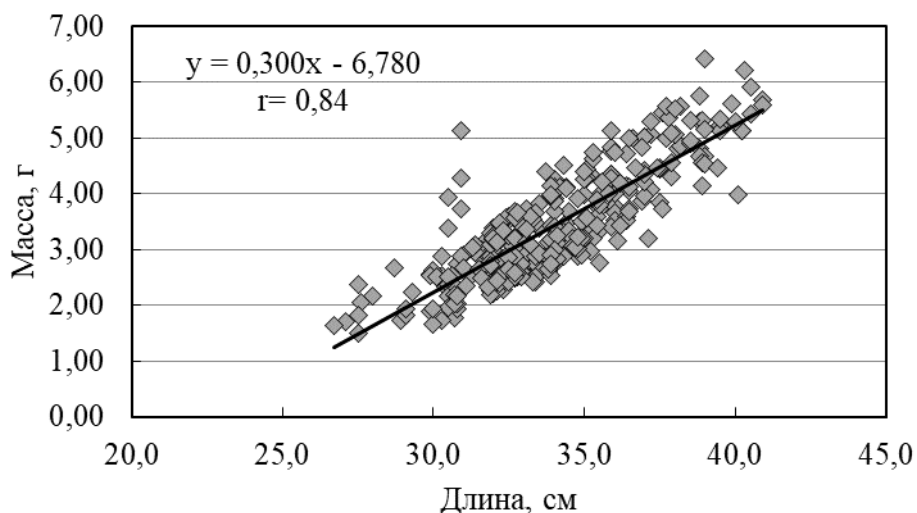


Рис. 1. Размерно-весовая зависимость у крабов *L. perplexa*

Ранее [11,12] мы оценили возможность применимости морфометрического метода для определения размера половозрелости самцов и самок *L. perplexa* (метод основан на изменении роста ряда фрагментов их экзоскелета до и после полового созревания). Были проанализированы изменения средней скорости роста 9 фрагментов относительно прироста ШК крабов. Результат показал что за размер половозрелости самцов можно принять 21-24 мм ШК. Многолетний анализ данного размера помогает прогнозировать состояние популяции крабов, давать рекомендации по промыслу. Для самок *L. perplexa* морфометрический метод оценки размера половозрелости оказался не пригоден; для них его определять мы рекомендуем путем оценки степени зрелости яичников, для чего нами была разработана 6-ти балльная шкала [13]. Вскрытие 119

самок показало, что половозрелость самок *L. perplexa* наступает при размерах менее 16 мм ШК (точнее сказать пока не позволяет материал).

Время сбора материала в заливе Нячанг (февраль 2014 г.) было временем активного нереста *L. perplexa* – яйценосные самки преобладали почти в 4,5 раза над самками без яиц (81,5 и 18,5 %, соответственно), при этом 52,2 % самок несли недавно отложенные яйца (в стадии 1; рисунок 2), а среди самок без яиц около 15 % особей было в преднерестовом состоянии (рисунок 3, б). Состояние значительной группы самок (яйценосные, с созревающими яичниками, доля от всех самок – 46,2 %) (рисунок 3, а) говорило о возможности повторного нереста в ближайшее время в этом году.

Разовый гонадосоматический индекс у преднерестовых самок составил 2,96-6,03, в среднем – 4,3 %. ГСИ мелких самок (ШК 16 мм) был достоверно выше, в 1,5 раза, ГСИ более крупных особей (ШК 18-20 мм) ($5,51 \pm 0,48$ и $3,73 \pm 0,54$, соответственно) (рисунок 4). Вероятно, это объясняется повторным созреванием исследованных нами более крупных преднерестовых самок, и на каждое повторное созревание краб может тратить все меньше ресурсов, энергии. У креветок из разных таксономических и экологических групп ГСИ варьировался от 2 до 24 %, в среднем составляя 8 %, при этом, также как и у краба *L. perplexa*, у тропической эпибентосной шельфовой креветки *Stylodactylus libratus* средний ГСИ был не велик – $4,3 \pm 0,12$ % [22]. В целом невысокие значения ГСИ самок *L. perplexa* могут быть связаны с их продолжительным нерестовым сезоном, когда каждая особь нерестится несколько раз, потому разовые репродуктивные траты не высоки.



Рис. 2. Стадии развития эмбрионов (стадии 1-3) у самок *L. perplexa* с яичниками в разной стадии зрелости (стадии III – VI-II)

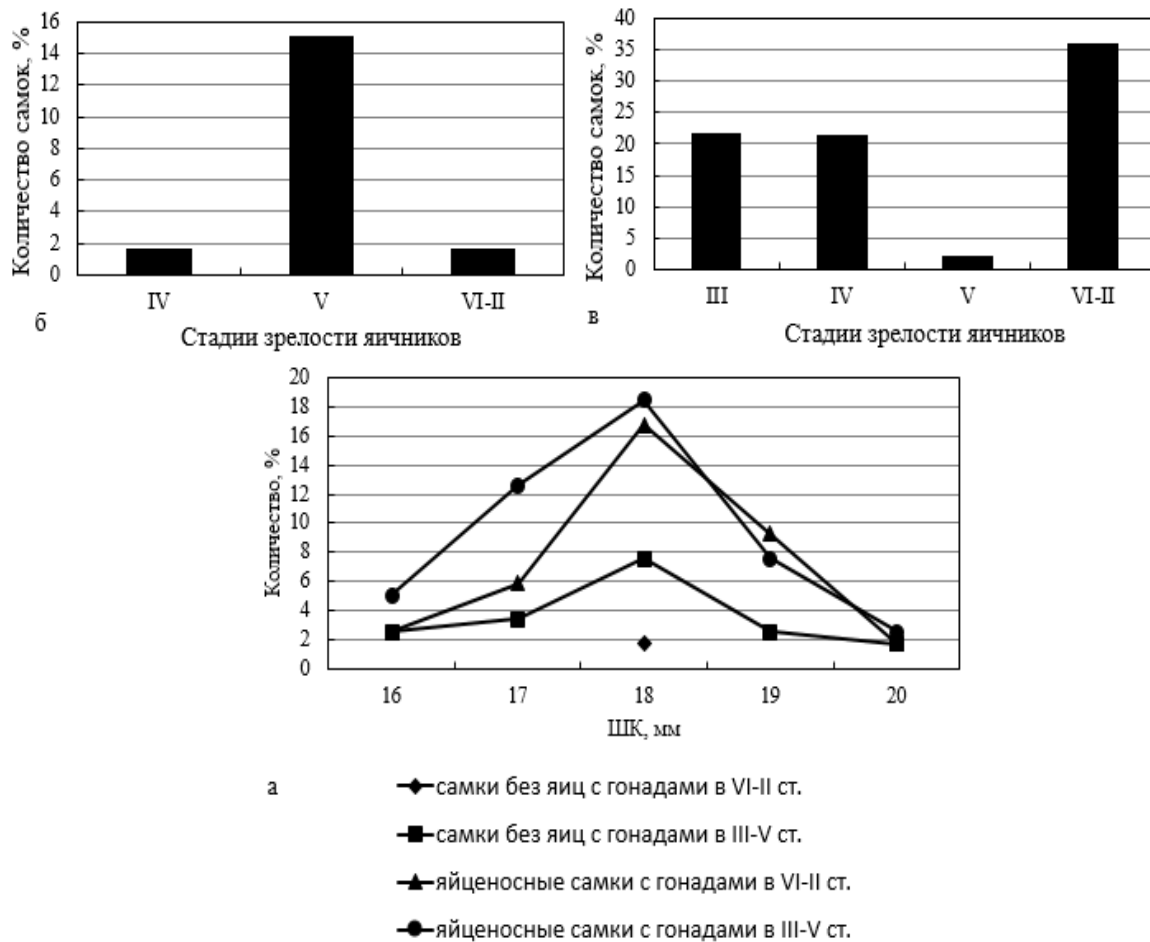


Рис. 3. Репродуктивное состояние самок *L. perplexa*: а – размерный состав самок; б, в – стадии зрелости яичников (ст.) у самок без яиц (б) и яйценозных особей (в)

То же отмечено, в целом, для тропических видов крабов *Brachyura* – они производят больше кладок, чем виды умеренных широт, и их суммарные ежегодные траты на репродукцию могут достигать 250 % [23].

Интересный факт: для самок краба Харриса показано, что количество яиц в их кладках (а, потому и ГСИ преднерестовых самок) при отсутствии повторной копуляции уменьшается с каждой последующей кладкой [19]. У самок краба *L. perplexa* можно предположить отсутствие повторной копуляции, также как у самок краба Харриса.

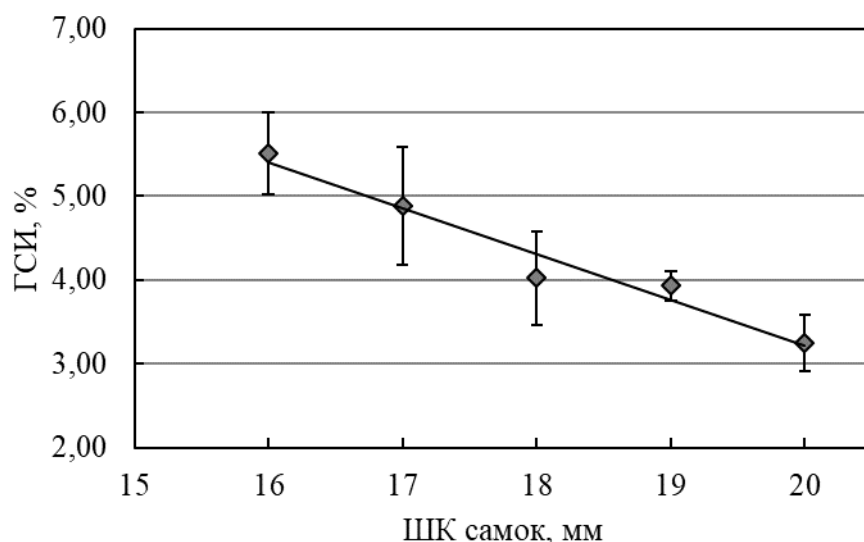


Рис. 4. Вариации гонадосоматического индекса (ГСИ) у преднерестовых самок *L. perplexa* (с яичниками в стадии зрелости V)

97 яйценосных самок *L. perplexa* вынашивали на плеоподах яйца с эмбрионами в стадиях развития 1–3 (52,2 % – в ст. 1; 22,9 % – в ст. 2; 24,9 % – в ст. 3) (рисунок 5).

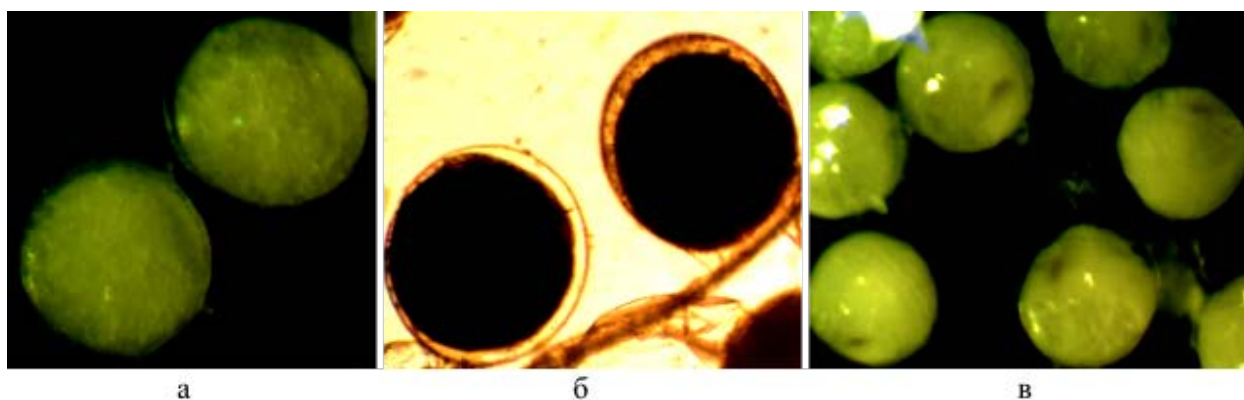


Рис. 5. Яйца *L. perplexa* с эмбрионами на разных стадиях развития: а – стадия 1; б – стадия 2; в – стадия 3 (ориг.)

У самок *L. perplexa* обнаружено достаточно синхронное созревание яичников и развитие эмбрионов в яйцах на плеоподах (рисунок 2): у только что отнерестившихся самок гонады не развиты (стадия зрелости яичников – VI-II), самки с созревающими гонадами в III стадии зрелости вынашивали эмбрионы в стадиях развития 1-3, но преимущественно – в стадии развития 2, а самки с гонадами в стадиях зрелости IV и начале V – эмбрионы в стадии развития 3). Подобная синхронность созревания гонад и эмбриогенеза наблюдается у многих видов каридных креветок [24] и описана для ряда крабов, в том числе для *R. harrisii* с Черного моря [19]. Так же как подобная синхронизация созревания яичников и эмбриогенеза предполагает возможность производства самками краба *L. perplexa* более одной кладки за нерестовый период, что позволяет продуцировать несколько кладок за сезон.

Абсолютная разовая плодовитость (АРП: количество зрелых ооцитов в преднерестовых яичниках самок, которые будут отложены единоразово во время нереста) у *L. perplexa* нами не определялась. У 5 крупных преднерестовых самок (ШК 17,9-19,0 мм)

были выделены из гонад и измерены зрелые ооциты. Их размеры составили 0,215-0,256 мм (ширина) x 0,297-0,285 мм (длина), в среднем – 0,230±0,01 x 0,259± 0,02 мм.

Размеры яиц *L. perplexa* с эмбрионами на разных стадиях развития, также как изменение их средней длины и ширины за период эмбриогенеза с 1 по 3 стадию развития эмбрионов, показаны в таблице 1. Можно отметить отсутствие достоверно значимых отличий в размерах зрелых ооцитов и только что отложенных яиц: 0,230 ± 0,01 x 0,259 ± 0,02 мм и 0,22±0,02 x 0,27±0,02 мм, соответственно. Можно предположить не сильное обводнение яиц при их откладке из яйцеводов на плеоподы.

Таблица 1

Плодовитость и размеры яиц краба *L. perplexa* (Ср – среднее значение; СО – стандартное отклонение)

Стадия развития эмбрионов	№ ♀♀	ШК, мм		Плодовитость, количество яиц		Ширина яиц, мм		Длина яиц, мм	
		Диапазон	Ср±СО	Диапазон	Ср±СО	Диапазон	Ср±СО	Диапазон	Ср±СО
1.	50	16,2-20,8	18,5±0,93	2525-3208	2902,5±177,9	0,18-0,24	0,22±0,02	0,22-0,30	0,27±0,02
2.	23	16,8-20,0	18,1±1,0	2690-3200	2967,4±116,4	0,22-0,25	0,24±0,01	0,27-0,31	0,29±0,01
3.	23	16,0-20,9	18,3±0,93	2289-3282	2862,6±245,6	0,22-0,27	0,26±0,01	0,27-0,33	0,30±0,01

Также и достоверных различий в размерах яиц (как по ширине, так и по длине) с эмбрионами на разных стадиях развития (с 1 по 3 – т.е. с начальной по среднюю стадии) у самок *L. perplexa* не выявлено (таблица 1). Это, с одной стороны объясняется отсутствием в материале самок с развитыми эмбрионами (в стадиях развития 4 и 5), поскольку именно на более поздних этапах эмбриогенеза наблюдается значительное увеличение яиц [25]; также это может быть связано с небольшим исследованным материалом. У других представителей десятиногих раков, например, у камчатского краба *Paralithodes camtschaticus*, у крабоида *Petrolisthes laevigatus*, ряда видов тропических креветок наблюдалось увеличение размеров яиц в процессе эмбриогенеза, в среднем в 1,1-1,6 раз [25-30].

Зависимость размеров только что отложенных яиц от размеров вынашивающих их яйценосных самок *L. perplexa* нами не обнаружена (рисунок 6). Это схоже с описанным для ряда видов креветок, у которых также не наблюдалось достоверных изменений размеров зрелых ооцитов с увеличением размеров самок [24].

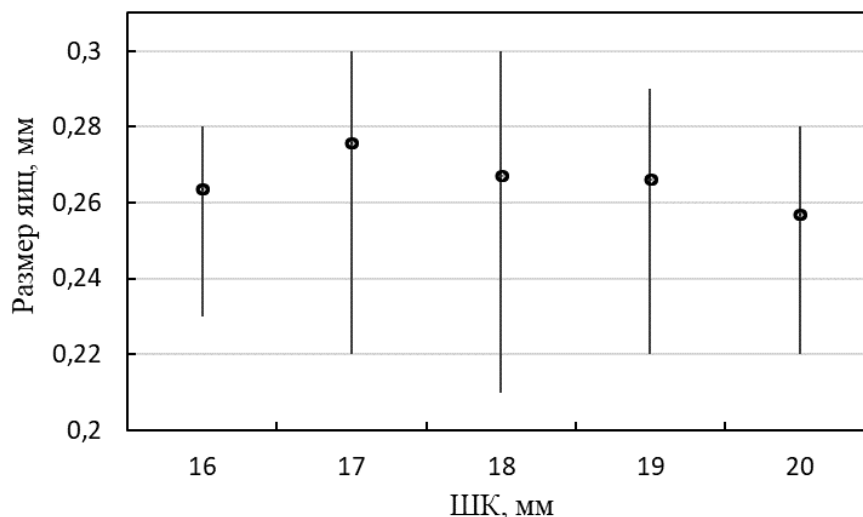


Рис. 6. Зависимость размеров только что отложенных яиц (длины) от размеров самок *L. perplexa* (ширины карапакса)

Значения плодовитости яйценосных самок *L. perplexa* (разовая реализованная плодовитость, РРП) в зависимости от стадии развития эмбрионов в яйцах приведены в таблице 1. В целом, РРП самок варьировалась от 2289 яйца (самка с ШК 17,3 мм) до 3282 яиц (самка с ШК 18,3 мм). Начальная РРП (количество недавно отложенных яиц) составила 2807-3026 яиц при ШК самок 16,0-20,0 мм. У крабоида *Petrolisthes laevigatus* плодовитость, в общем, составила меньшие значения – 56-1141 яиц при меньших, в целом, размерах – ШК 8,36-19,46 мм [25]. По контрасту, у зарывающегося краба *Neohelice granulata* плодовитость только что отложенных яиц составила 7328-53248 яиц при ДК до 40 мм, т.е. – при более крупных размерах, чем у краба *L. perplexa* (ДК до 25,1 мм) [31]. У самок камчатского краба *Paralithodes camtschaticus* с побережья Сахалина плодовитость составила 32800-564200 яиц, но и при очень крупных размерах – ШК до 250 мм [32].

Достоверных различий в величине РРП яиц с эмбрионами на разных (с 1 по 3) стадиях развития у самок крабов *L. perplexa* нами не выявлено (таблица 1) – можно предположить отсутствие серьезных потерь яиц за время их вынашивания за этот период. Некоторый диапазон вариации величины РРП у одноразмерных особей самок *L. perplexa* может, с одной стороны, объясняться тем, что в процессе откладки самками яиц, их вынашивания, а также во время фиксации и хранения могут происходить потери яиц [28]. С другой стороны, например, у самок краба Харриса количество яиц в кладках при отсутствии повторной копуляции уменьшается с каждой последующей кладкой [19]. Поэтому, диапазон вариации величины РРП у самок *L. perplexa* может также объясняться тем, что у части особей это была первая кладка за сезон, а у других, с меньшей плодовитостью, – по меньшей мере вторая.

У самок *L. perplexa*, вынашивающих недавно отложенные яйца, можно отметить тенденцию к увеличению величины плодовитости яиц с увеличением размера тела яйценосных особей (рисунок 7). Увеличение плодовитости по средним параметрам составляет в 1,1 раз – от 2807 яиц у самок с ШК 16,0-16,9 мм до 3026 яиц у самок с ШК 20,0-20,9 мм, соответственно. Однако, достоверные различия в величине плодовитости между разноразмерными самками с недавно отложенными яйцами на исследованном материале *L. perplexa* не обнаружены (рисунок 7).

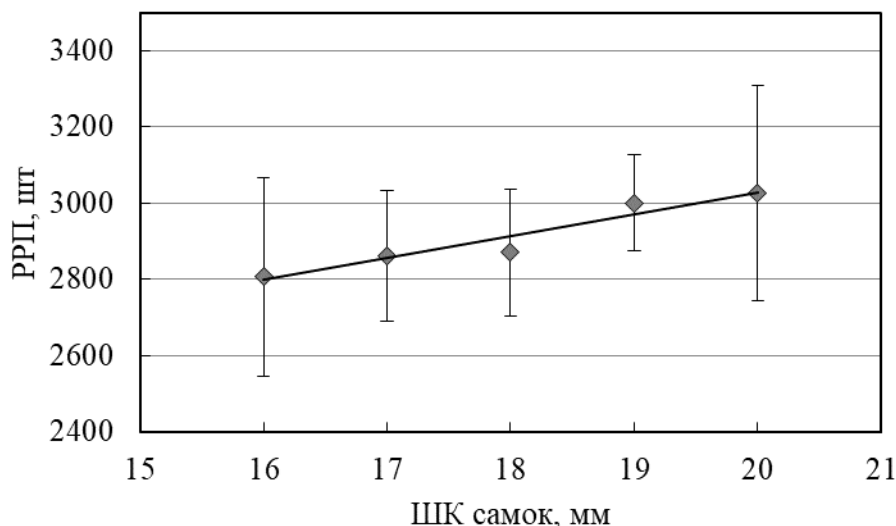


Рис. 7. Разовая реализованная плодовитость (ППП) яйценосных самок *L. perplexa* с яйцами на I стадии развития

Тенденция к увеличению плодовитости с увеличением размера тела, а значит и с возрастом, а у некоторых видов и достоверные отличия в величине плодовитости с возрастом самок, примерно в 2 раза, наблюдались у самок креветок, как на внутривидовом, так и на межгрупповом уровнях [33]. У речного рака *Cambarus robustus*, у других четырех видов раков и краба *Eriocheir japonica* также отмечена положительная корреляция между величиной плодовитости и размерами тела самки [34,35].

Анализ собственных и литературных данных позволил описать предварительные модели репродуктивных циклов прибрежных тропических крабов группы *Brachyura*, в том числе – для *L. perplexa*.

При достижении размеров 23-24 мм самцы *L. perplexa* приобретают крупные клешни для захвата, длительного удержания самок, и могут принимать участие в нересте. Размер половозрелости самок *L. perplexa* значительно меньше – менее 16 мм. У крабов есть связь линьки и репродукции. Самки ряда видов линяют и сразу спариваются весной, имея неразвитые яичники, что служит толчком к созреванию гонад; созревание яичников длится около 3 месяцев. У видов из тропических широт, в том числе у *L. perplexa*, нерест растянутый, часто круглогодичный, с одним или несколькими пиками в благоприятное для размножения, вынашивания эмбрионов и вылупления личинок время года. *L. perplexa* в заливе Нячанг может нереститься не менее двух раз в году, вынашивая на плеоподах до 3282 яиц с размерами 0,3x0,24 мм, что по сравнению с рядом других видов крабов и крабоидов – небольшие величины. Продолжительность эмбриогенеза составляет также около 2-3 месяцев, с вылуплением личинок несколькими пиками в течение года. В благоприятное для продолжения размножения время у самок параллельно с вынашиванием эмбрионов запускается следующий цикл созревания яичников, что обеспечивает таким видам как *L. perplexa* почти круглогодичный нерестовый сезон. Кроме того, у *L. perplexa* из Южно-Китайского моря нами не исключаются промискуитет в период спаривания и возможность откладывать несколько кладок за репродуктивный сезон без повторных в течение него спариваний, благодаря механизму хранения спермы, развитого у крабов *Brachyura*. Всё это даёт самкам *L. perplexa* эволюционные преимущества – они продуцируют генетически более разнообразное потомство, тем самым повышая его разнообразие – основу для действия естественного отбора.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Galil B. An examination of the genus *Philyra* Leach, 1817 (Crustacea, Decapoda, Leucosiidae) with descriptions of seven new genera and six new species. *Zoosystema* V. 2009, pp. 279-320.
2. Subhash S. J., Manjusha S., Saravannane N. et al. First record of the *Lyphira perplexa* (Crustacea: Decapoda: Leucosiidae) in Indian waters, with DNA barcoding data. *Journal of Biodiversity and Environmental Science*, 2014, V. 4, pp. 25-37.
3. Буруковский Р. Н., Иванов Е.С. О репродуктивной биологии самок креветки *Crangon crangon* (L.) (Decapoda, Crangonidae). *Океанология*, 2015, Т. 55, № 1, с. 93–102.
4. Южно-Китайское море. Ворота в подводный сад. 2017. [Электронный ресурс] URL:<http://www.scharks.ru/oceans/> (дата обращения 18.05.2018).
5. Brachyuran crabs of the mangrove intertidal zone of southern Vietnam // Benthic fauna of the Bay of Nhatrang, Southern Vietnam / Chertoprud E. S., Spiridonov V. A., Marin I. N., Mokievsky V. O. Moscow: KMK Scientific Press Ltd. 2012. Vol. 2. P. 258-296.
6. Ng P. K. L., Guinot D., Davie P. J. F. Systema Brachyurorum: Part 1. An Annotated checklist of extant Brachyuran crabs of the world // *Raffles Bulletin of Zoology*, 2008, 286 p.
7. Liu J. Y. Checklist of marine biota of China seas. China Science Press, 2008, 1267 p.
8. Miyake S. Hoikusha. Japanese crustacean decapods and stomatopods in color. *Brachyura (Crabs)*. Osaka, 1983, V. 2, 277 p.
9. Wyrтки K. Scientific results of marine investigations of the South China Sea and Gulf of Thailand 1959-1961. *Naga Report*. 1961, V. 2, The University of California.
10. Таксономический статус некоторых крабов (Crustacea: Malacostraca: Decapoda: Brachyura) залива Нячанг, Вьетнам / Р. В. Трофимов // Межвуз. науч.-техн. конф. студентов и курсантов «Дни науки»: материалы. Калининград: ФГБОУ ВПО «КГТУ», 2016. С. 94-98.
11. Определение размера половозрелости самцов крабов *Lyphira perplexa* Galil, 2009 (Crustacea: Malacostraca: Decapoda: Brachyura: Leucosiidae) залива Нячанг, Вьетнам / Е. А. Поддужева // Межвуз. науч.-техн. конф. студентов и курсантов «Дни науки»: материалы. Калининград: ФГБОУ ВО «КГТУ», 2017. С. 132-136.
12. Морфометрия и состояние панциря самцов крабов *Lyphira perplexa* Galil, 2009 (Crustacea: Malacostraca: Decapoda: Brachyura: Leucosiidae) залива Нячанг Южно-Китайского моря / Е. А. Поддужева // Р 82 «PontusEuxinus 2017»: X Всеросс. науч.-практ. конф. молодых ученых по проблемам водных экосистем, в рамках проведения Года экологии в Российской Федерации, г. Севастополь, 11-16 сентября 2017 г.: тезисы. Севастополь: DigitPrint, 2017. С. 158-161.
13. Анализ морфометрии и размера половозрелости самцов и самок крабов *Lyphira perplexa* Galil, 2009 (CRUSTACEA: MALACOSTRACA: DECAPODA: BRACHYURA: LEUCOSIIDAE) залива Нячанг, Вьетнам / Е. А. Поддужева // Межвуз. науч.-техн. конф. студентов и курсантов «Дни науки»: материалы. Калининград: ФГБОУ ВО «КГТУ», 2018. С. 5 с.
14. Родин В.Е., Слизкин А.Г., Мясодев В.И. Руководство по изучению десятиногих ракообразных Decapoda дальневосточных морей. Владивосток: ТИНРО, 1979. 60 с.

15. Методика биологического анализа некоторых тропических и субтропических креветок / Р.Н. Буруковский // Промыслово-биологические исследования морских беспозвоночных. М.: Труды Всес. н.-иссл. ин-та рыбн. хоз. и океаногр., 1992. С. 77-84.
16. Sudnik S.A., Falkenhaus T. The method of biological analysis for caridean shrimps (Decapoda: Natantia: Caridea) with emphasis on pelagic shrimps. Наука и общество в условиях глобализации: материалы НЗ4 международной научно-практической конференции, г.Уфа, 21-22 апреля 2014 г. Уфа: РИО ИЦИПТ, 2014. С. 7-11.
17. Живоглядова Л. А. Морфометрическое созревание самок и самцов равношипого краба (*Lithodes aequispina* Benedict) у северных Курильских островов // Известия ТИНРО. 2001, Т. 28, Ч. II, С. 659-662.
18. Размер половозрелости самок и самцов равношипого краба восточной части Охотского моря / Э. Р. Шагинян // Современное состояние популяций крабов Баренцева моря и их взаимодействие с донными биоценозами. Мурманск, 2006. С. 109-111.
19. Залота А. К. Чужеродные виды десятиногих ракообразных (Crustacea Decapoda) в морях России и сопредельных водах: дис. ... канд-та биол. наук. Москва: ФГБУ ИОРАН, 2017. С. 64-66.
20. McLay C. L., López-Greco L. S. A hypothesis about the origin of sperm storage in the Eubrachyura, the effects of seminal receptacle structure on mating strategies and the evolution of crab diversity: How did a race to be first become a race to be last? *Zoologischer Anzeiger*, 2011, no. 250, pp. 378-406.
21. López-Greco L. S. (Eds. Watling L., Thiel M.). Functional anatomy of the reproductive system The natural history of the Crustacea. Functional Morphology and Diversity. Oxford: Oxford University Press, 2013, pp. 413-450.
22. Эволюционные аспекты размножения креветок-гонохористов / С. А. Судник // IV Балтийский морской форум. Междунар. науч. конф. «Водные биоресурсы, аквакультура и экология водоемов»: труды. Калининград: ФГБОУ ВО «КГТУ», 2016. С. 160-162.
23. Hartnoll R. G. Reproductive investment in Brachyura. *Hydrobiologia*, 2006, no. 557, pp. 31-40.
24. Судник С. А. Экологические аспекты репродуктивных стратегий креветок: дис. ... канд-та биол. наук. Калининград: ФГОУ ВПО «КГТУ», 2008. 313 с.
25. Lardies M. A., Wehrmann I. S. Aspects of the reproductive biology of *Petrolisthes laevigatus* (Guerin, 1835) (Decapoda, Anomura, Porcellanidae). Reproductive output and chemical composition of eggs during embryonic development. *Archive of fishery and marine research*, 1996, V. 43., I 2, p. 121-135.
26. Сезонная динамика численности популяций креветок (*Macrura*) в Белом море / Т. В. Меншуткина, Е. М. Чабан // Исслед. фауны морей. Ленинград, 1985. 31,39. С. 161-184.
27. Буруковский Р. Н. О биологии креветки *Acanthephyra purpurea* A. Milne-Edwards, 1881 (Decapoda, Natantia, Orplorphoridae) // Бюл. Моск. о-ва испытателей природы. Отд. Биол. 1998. Т. 103. Вып. 6. С. 17-25.
28. О биологии креветки *Pasiphaea semispinosa* Holt., 1951 (Crustacea, Decapoda, Pasiphaeidae) в водах Намибии / Р. Н. Буруковский // Гидробиологические исследования в Бассейне атлантического океана: сб. науч. тр. Калининградское отделение ВГБО. Калининград, 2000. С. 66-75.

29. О биологии некоторых мезо– и батипелагических креветок рода *Pasiphaea* (Savigny, 1816) (Caridea: Pasiphaeidae) из вод Северо-западной Африки / С. А. Судник, Е. А. Гусева // Теоретические и прикладные вопросы образования и науки: сборник науч. трудов по материалам международной науч.-практ. конф., г. Тамбов, 31.03.2014. Тамбов, 2014. Ч. 7. С. 134-138.

30. Omori M. The biology of pelagic shrimps in the ocean. *Adv. Mar. Bio*, 1974, V. 12, p. 233-324.

31. Gregat R. A., Negreiros-Fransozo M. L. Population biology of the burrowing crab *Neohelice granulata* (Crustacea: Decapoda: Varunidae) from a tropical mangrove in Brazil. *Zoologia*, 2009, no. 26, pp. 32-37.

32. Клитин А. К. Распределение, биология и функциональная структура ареала камчатского краба в водах Сахалина и Курильских островов: дис. ... канд-та биол. наук. Южно-Сахалинск: СахНИРО, 2002. С. 12-17.

33. Размер зрелых ооцитов как один из параметров созревания самок креветок, его связь с экологией видов / С. А. Судник // V Балтийский морской форум. Всеросс. науч. конф. «Водные биоресурсы, аквакультура и экология водоемов»: труды. Калининград: ФГБОУ ВПО «КГТУ», 2017. С. 294-300.

34. Corey S. Comparative potential reproduction and actual production in several species of North American crayfish // *Crustacean egg production*. 1991. № 7. P. 69-76.

35. Kobayashi S. Process of maturity and reproduction of female Japanese mitten crab *Eriocheir japonica* (De Haan) // *Crustacean research*. 2003. №32. P. 32-44.

REPRODUCTION BIOLOGY OF THE CRAB *LYPHIRA PERPLEXA* GALIL, 2009 (CRUSTACEA: DECAPODA: BRACHYURA: LEUCOSIIDAE) AT NHA TRANG BAY OF THE SOUTH CHINA

Sudnik Svetlana Alexandrovna, PhD, associate professor of ichthyopathology and hydrobiology department

Poddueva Ekaterina Alexandrovna, student 14BA/B

Kalininsrad State Technical University, Kaliningrad, Russia,

e-mail: svetlana.sudnik@klgtu.ru, katyha2105@mail.ru

*In the studying of reproduction of *Lyphira perplexa* crab from Nha Trang Bay of the South China Sea the females' reproductive state was evaluated, the ovary maturation with an assessment of the gonadosomatic index of pre-spawning females, the size of mature oocytes, fecundity and size of eggs were analyzed. February was the time of active spawning, some biological mechanisms provide in females a long spawning season with a possibility of several egg clutches; the preliminary models of reproduction cycles of coastal tropical brachyuran crabs were described, including that for species *Lyphira perplexa*.*

ХАРАКТЕРИСТИКА ЗООПЛАНКТОНА ПО ТРОФИЧЕСКИМ И БАКТЕРИАЛЬНЫМ ПОКАЗАТЕЛЯМ В ЗАПАДНОЙ ПРИБРЕЖНОЙ ЗОНЕ КУРШСКОГО ЗАЛИВА ЛЕТОМ 2017 ГОДА

Цыбалёва Галина Андреевна, доцент, канд. биол. наук, доцент кафедры ихтиопатологии и гидробиологии
Кузьмин Сергей Юрьевич, доцент, канд. биол. наук; доцент кафедры ихтиопатологии и гидробиологии
Авдеева Елена Витальевна, профессор, канд. биол. наук, профессор кафедры ихтиопатологии и гидробиологии

ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет»,
Калининград, Россия, e-mail: galina.tsybaleva@klgtu.ru

*Представлены результаты исследования качественного и количественного состава зоо- и бактериопланктона западного побережья Куршского залива от дюны Красной до дюны Матросова летом 2017 г. Материал включал 46 проб зоопланктона и 20 проб бактериопланктона. Обнаружено 47 таксонов зоопланктона. Выявлены санитарно-значимые бактерии родов *Pseudomonas* и *Aeromonas*. Количественные и трофические критерии зоо- и бактериопланктона характеризуют воды залива как умеренно загрязнённые. Выявлены зоны плохого состояния гидробионтов и загрязнённую воду в районе посёлков Морское и Рыбачий*

Введение

Район западной прибрежной зоны Куршского залива, связанной с озёрами косы, изучается сотрудниками Калининградского государственного технического университета с 2014 г. [1,2]. Основной контактный район, посёлок Рыбачий, является территорией интенсивного антропогенного воздействия [3], что может создавать неблагоприятные условия для гидробионтов. В связи с этим в 2017 г. продолжилось изучение зоопланктона в этом районе и, кроме того, исследовалась его структура вдоль побережья до 46 км (зона контакта с оз. Лебедь) – дюны Красная. Цель работы – проанализировать развитие зоопланктона с использованием сапробно-трофических показателей зоо- и бактериопланктона, чтобы выявить неблагоприятные для них зоны.

Материал и методы исследования

Работы осуществлялись методом отбора проб воды вдоль побережья залива от дюны Матросова (31 км) до дюны Красная (46 км). Сбор материала проводился в июле 2017 г. на десяти станциях. Температура воды изменялась в пределах 19,5 – 22 °С. Зоопланктон отбирался стандартным методом путём зачёрпывания воды 10-литровым мерным сосудом над глубинами 0,5 – 1,0 м с последующим процеживанием через сеть Апштейна с ячейёй 0,015 мм. На микробиологические исследования пробы отбирались на уровне 10-15 см от поверхности воды в стерильные стеклянные бутылки с плотно закрывающимися пробками. Обработка проб проведена общепринятыми методами [4,5,6]. Материал включал 46 проб зоопланктона и 20 проб бактериопланктона.

Результаты исследования и обсуждение

За период изучения зоопланктона в этом районе в его составе обнаружено 47 таксонов: 16 видов *Copepoda*, 14 – *Cladocera*, 17 – *Rotatoria*. Встречаемость 100% была у ветвистоусых ракообразных *Chydorus sphaericus* и *Daphnia longispina*; встречаемость 90% имели *Mesocyclops leuckarti*, *Acanthocyclops vernalis*, *Eudiaptomus graciloides*; 80% - у *Bosmina coregoni*, *Megacyclops viridis*. Общая средняя численность зоопланктона составила 220 тыс. экз/м³, что почти в пять раз выше данных, полученных в 2015-2016 г.г. Соответственно выше были и значения биомассы: в 2017 г. они составляли около 2 г/ м³, (против 1 г/ м³ в 2016 г.). Изменились и структурные составляющие: увеличилась численность *Cladocera* почти в два раза; а *Copepoda* снизились с 75% до 62% общего количества; увеличилась доля фильтраторов (мирных) зоопланктёров относительно хищников [(CI+Rot):Cop] в 2 раза; уменьшилась доля коловраток с 6% до 2%; численность хидорусов – собирателей возрасла в 7 раз. Всё это свидетельствует об увеличении трофности в водоёме.

Фактором увеличения численности зоопланктона в 2017 г. можно считать и степень развития фитопланктона. В 2016 г. в пробах было обильное количество крупных форм *Chlorophyta*, циновий *Pediastrum* [2]. Эти растения не пригодны для питания тонких фильтраторов планктона, но отрицательно влияют на жизнедеятельность зоопланктёров [8]. В 2017 г. эти водоросли в период исследования встречались единично.

Средние данные численности (220 тыс. экз/ м³) и биомассы (2 г/ м³) характерны для мезотрофных водоёмов [7].

В 2017 г. общее количество сапрофитных гетеротрофов изменялось в пределах (0,2-0,5)х10³ колониеобразующих единиц в 1 мл воды (КОЕ/мл). 77% составляли анаэробы, что связано с дефицитом кислорода, израсходованного на окисление большого количества органического вещества, поступающего в воду. Этот же фактор выявил отсутствие кокковых форм бактерий – видов, играющих ведущую роль в питании раков – тонких фильтраторов; отсюда и незначительные их концентрации в водоёме в это время.

Из бактериопланктона выделены бактерии, относящиеся в основном к роду *Pseudomonas* и роду *Aeromonas*. Это типичные обитатели поверхностных водоёмов, активно участвуют в утилизации органического вещества [9], что является фактором наличия в значительных концентрациях органических веществ в водоёме. Эти бактерии играют санитарно-значимую роль.

По общим бактериологическим показателям санитарное состояние воды залива оценивается как умеренно загрязнённое, мезосапробное.

По вычисленным сапробно-трофическим показателям зоопланктона проведён анализ его развития по станциям (Табл. 1).

Развитие зоопланктона (по количественным показателям) на станциях 10, 9, 4 (дюна Красная – высота Эфа) оценивается как среднее и выше среднего.

Бактериопланктон здесь не превышал 0,2х10³ КОЕ/мл. Это были исключительно палочковидные формы, что недостаточно для питания тонких фильтраторов. Поэтому в составе зоопланктона преобладали хищные копеподы - *M. leuckarti*, либо *Ch. sphaericus* при увеличении эвтрофикации, когда было достаточное количество органики для собирателей. *M. leuckarti*, и *Ch. sphaericus* - массовые виды летнего литорального планктона залива [10].

В районе дюны Красной (ст.10) количество сапрофитных гетеротрофов было в пределах 220 КОЕ/мл. Это были анаэробные санитарно-значимые бактерии рода *Aeromonas*, что оценивает состояние воды здесь как загрязнённое. Сапробность была на уровне мезосапробных водоёмов, коэффициент трофности (2,5) определял эвтрофную зону. Комплекс критериев характеризует район среднего развития зоопланктона, слабо загрязнённого с удовлетворительным состоянием зоопланктона.

В зоне посёлка Морское (ст. 9) количество сапрофитов увеличилось до $0,3 \times 10^3$ КОЕ/мл, преобладали анаэробы – санитарно-значимые виды рода *Aeromonas*. В зоопланктоне вдвое снизилось видовое разнообразие и коэффициент трофности. Доминировал *Ch. sphaericus*, что свидетельствует об увеличении загрязняющих веществ в этом районе. Вода у посёлка Морское оценивается как загрязнённая со средним посредственным развитием зоопланктона. Это обуславливает снижение его количественных показателей.

Район «Высота Эфа» отличался максимальным развитием зоопланктона (505 тыс. экз./м³), максимальным видовым разнообразием, трофностью на уровне мезо-эвтрофных водоёмов. Бактериопланктон возрастает до $0,5 \times 10^3$ КОЕ/мл. В 2016 г. в этом районе значительную роль играли санитарно-показательные бактерии рода *Plesiomonas* и БГКП. В 2017 г. эти бактерии отсутствовали, преобладали бесспорные палочки. Состояние воды этого района оценивается как умеренно загрязнённое, развитие зоопланктона выше среднего, удовлетворительное.

Район побережья от ст.3 до ст.7 охватывает зону посёлка Рыбачий, зону повышенной антропогенной нагрузки, что снизило здесь развитие зоопланктона.

В 2016 г. в этом районе значительную роль играли санитарно-показательные бактерии рода *Plesiomonas* и БГКП. В 2017 г. эти бактерии отсутствовали, преобладали бесспорные палочки. Состояние воды этого района оценивается как умеренно загрязнённое, развитие зоопланктона выше среднего, удовлетворительное.

Район побережья от ст. 3 до ст. 7 охватывает зону посёлка Рыбачий, зону повышенной антропогенной нагрузки, что снижает здесь развитие планктона. В 2016 г. это были районы низкого и очень низкого развития зоопланктона. Бактериопланктон отличался наличием спорных видов (до 2 тыс. КОЕ/мл) и БГКП. В 2017 г. численные показатели развития зоопланктона здесь несколько увеличиваются и оцениваются в основном как развитие ниже среднего уровня. Сравнительно с другими районами снижается видовое разнообразие, возрастает сапробность, доминируют хидорусы и хищные копеподы. В районе непосредственного контакта с посёлком Рыбачий возрастает коэффициент трофности (1,7-1,9) до уровня эвтрофированных водоёмов. Вода оценивается как умеренно загрязнённая и загрязнённая. Состояние зоопланктона посредственное и плохое.

В районе дюны Матросова, значительно удалённого от посёлка Рыбачий, отмечено среднее развитие зоопланктона: численность возрастает до 413 тыс.экз/м³, биомасса – до 3,5 г/м³, возрастает видовое разнообразие, коэффициент трофности, доминируют хищные копеподы рода *Acanthocyclops*. Зона характеризуется как слабо загрязнённая с удовлетворительным состоянием зоопланктона.

Трофические и количественные характеристики зоопланктона прибрежной зоны Куршского залива в районе дюна Красная – дюна Матросова по данным 2017 года

Показатели	Станции									
	10 Дюна Красная	9 п. Морское	4 Высота Эфа	3 Мыс бухты Черногор- ской	2 Бухта Черногор- ская	1 п. Рыбачий	5 Пирс в п. Рыбачий	6 Рыбачин- ский мыс	7 Окраина п. Рыбачий	8 Дюна Мат- росова
Численность зоопланктона, тыс. экз./м ³	430,26	258,62	505,32	139,92	165,68	97,92	88,05	53,12	16,9	412,7
Биомасса г/м ³	4,98	1,51	2,02	1,82	1,16	0,97	1,43	1,21	0,44	3,45
Видовое разнообразие	0,31	0,14	0,58	0,27	0,29	0,26	0,23	0,16	0,15	0,21
Сапробность	1,6	1,65	1,65	1,64	2,0	1,51	1,7	2,0	1,7	1,64
Численность в %	57 : 41 : 2	70 : 29 : 1	74 : 25 : 1	46 : 52 : 2	33 : 62 : 5	68 : 27 : 5	63 : 36 : 1	65 : 34 : 1	75 : 24 : 1	70 : 29 : 1
Сор : Cl : Rot										
Доминанты и субдоминанты	<i>M. leuckarti</i> 45%	<i>Ch.sphaerisci</i> 29%	<i>M. leuckarti</i> 71%	<i>Ch. sphaeriscus</i> 45%	<i>Ch.sphaerisci</i> 87%	<i>M. leuckarti</i> 32%	<i>Ch.sphaerisci</i> 37%	<i>Ch.sphaerisci</i> 27%	<i>M. viridis</i> 28%	<i>M. viridis</i> 43%
Коэффициент трофности	2,5 эв.	0,8 мез.	0,9 мез.	0,9 мез.	1,9 эв.	1,7 эв.	0,2	0,2	0,2	0,4
Развитие зоопланктона	Среднее	Среднее	Выше среднего	Ниже среднего	Ниже среднего	Ниже среднего	Ниже среднего	Ниже среднего	Низкое	Среднее
Состояние зоопланктона	Удовлетвор.	Посредств.	Удовлетвор.	Посредств.	Посредств.	Плохое	Плохое	Плохое	Плохое	Удовлетвор.
Степень чистоты	Умерен. загрязнённая	Загрязнённая	Умерен. загрязнённая	Умерен. загрязнённая	Умерен. загрязнённая	Загрязнённая	Загрязнённая	Загрязнённая	Загрязнённая	Умерен. загрязнённая

Заключение

В зоопланктоне исследуемой зоны обнаружено 47 таксонов. Численность составила 220 тыс.экз/м³: 62% - *Copepoda*, 36% - *Cladocera*, 2% - *Rotatoria*, биомасса – 2 г/м³, что характерно для мезотрофных водоёмов.

Бактериопланктон отличался развитием сапрофитных гетеротрофов, количество которых было в пределах $0,2 \cdot 10^3 - 0,5 \cdot 10^3$ КОЕ/мл.

Преобладали санитарно-значимые бактерии рода *Pseudomonas* и анаэробы рода *Aeromonas*.

Сапробность была на уровне β-мезосапробных водоёмов (1,5 – 2,0), трофность – характерная для мезо-эвтрофных систем.

Динамика количественных показателей зоопланктона выявила две зоны его минимального развития: пос. Морское и пос. Рыбачий - территории интенсивного антропогенного воздействия. В этих районах по бактериологическим и сапробно-трофическим показателям состояние организмов плохое, вода загрязнённая.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Цыбалёва Г.А., Кузьмин С.Ю., Казимирченко О.В. Гидробиологическая и микробиологическая характеристика западной прибрежной зоны Куршского залива в 2014 году // Проблемы изучения и охраны природного и культурного наследия национального парка «Куршская коса»: сб. научных статей, Калининград: Изд-во БФУ им. И. Канта, 2016, Вып. 12, С. 138-148.

2. Цыбалёва Г.А., Кузьмин С.Ю., Казимирченко О.В. Гидробиологические показатели состояния воды побережья Куршского залива в районе посёлка Рыбачий по данным 2015-2016 годов // Проблемы изучения и охраны природного и культурного наследия национального парка «Куршская коса»: сб. научных статей, Калининград: Изд-во БФУ им. И. Канта, 2017, Вып. 13, С. 132-140.

3. Шаплыгин Т.В., Волкова И.И. Геоэкологические аспекты рекреационного природопользования в национальном парке «Куршская коса» // Проблемы природопользования, сохранения биоразнообразия и культурного наследия на особо охраняемых природных территориях России: сб. материалов всероссийской научно-практической юбилейной конф., посвящённой 30-летию нац. парка «Куршская коса». Калининград: Изд-во БФУ им. И. Канта, 2017. С.128-134.

4. Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоёмах. Зоопланктон и его продукция / под. ред. А.А. Салазкина, М.Б. Ивановой, В.А. Огородниковой. Л.: ГосНИИ озёрного и речного рыбного хозяйства, 1984.

5. Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоёмах. Зоопланктон и его продукция / под. ред. Г.Г. Винберг, Г.М. Лаврентьева. Л.: ГосНИОРХ, Зин АН СССР, 1984.

6. Общая и санитарная микробиология с техникой микробиологических исследований / под ред. А.С. Лабинской, Л.П. Блинковой, А.С. Ещиной. М.: Медицина, 2004.

7. Пашкова О.В. Зоопланктон как индикатор органического и токсического загрязнения и экологического состояния гидроекосистем // Гидроб.журнал, 2012. Т.48. № 6. С. 3-25.

8. Ежова Е.Е., Смирнова М.М., Романь Н.М. Токсичность природных вод Куршского залива в период цианобактериальных «цветений» для беспозвоночных и позвоночных организмов // Проблемы природопользования, сохранения биоразнообразия и культурного наследия на особо охраняемых природных территориях России: сб. материалов всероссийской научно-практической юбилейной конф., посвящённой 30-летию нац. парка «Куршская коса». Калининград: Изд-во БФУ им. И. Канта, 2017. С.128-134.

9. Смирнова М.М. Осенний бактериопланктон прибрежной части Куршского залива в районе музейного комплекса нац. парка «Куршская коса» // Проблемы природопользования, сохранения биоразнообразия и культурного наследия на особо охраняемых природных территориях России: сб. материалов всероссийской научно-практической юбилейной конф., посвящённой 30-летию нац. парка «Куршская коса». Калининград: Изд-во БФУ им. И. Канта, 2017. С.98-105.

10. Характеристика биологических сообществ литорали западного побережья Куршского залива по данным гидробиологического мониторинга в 2015 / Герб М.А., Полупина Ю.Ю., Ланге Е.К. и др. // Проблемы изучения и охраны природного и культурного наследия национального парка «Куршская коса»: сб. научных статей, Калининград: Изд-во БФУ им. И. Канта, 2016, Вып. 12, С. 97-117.

CHARACTERISTIC OF ZOOPLANKTON ON TROPHIC AND BACTERIAL INDICATORS IN THE WESTERN COASTAL ZONE OF THE KURSH GULF IN THE SUMMER OF 2017

Tsibaliova Galina Andreevna, associated professor, associated professor of department of ichtiopatology and hydrobiology; Doctor of Philosophy

Kuzmin Sergei Jurievich, associated professor, associated professor of department of ichtiopatology and hydrobiology; Doctor of Philosophy

Avdeeva Elena Vitaljevna, professor, professor of department of ichtiopatology and hydrobiology; Doctor of Philosophy

Federal State Budgetary Education Institute of Higher Professional Education
“Kaliningrad State Technical University”, Kaliningrad, Russia,
e-mail: galina.tsybaleva@klgtu.ru

The results of a study of the qualitative and quantitative composition of zoo- and bacterioplankton of the western coast of the Curonian Lagoon from the Krasnaya dune to the Matrosov dune in the summer of 2017 are presented. The material included 46 samples of zooplankton and 20 samples of bacterioplankton. 47 taxa of zooplankton were found. Sanitary-significant bacteria of the genera Pseudomonas and Aeromonas have been identified. The quantitative and trophic criteria of zooplankton and bacterioplankton characterize the Gulf waters as moderately polluted. The zones of poor condition of hydrobionts and contaminated water in the area of the Morskoye and Rybachiy settlements have been identified.

**СЕКЦИЯ «ЭКОЛОГИЯ И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ»
SECTION "ECOLOGY AND ENVIRONMENTAL MANAGEMENT"**

УДК 504.064.47:349.6

**ИЗМЕНЕНИЕ ВЕЛИЧИНЫ ПЛАТЫ ЗА НЕГАТИВНОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ
НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ КАК РЕЗУЛЬТАТ ИЗМЕНЕНИЯ
ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВА**

Алдушина Юлия Казимировна, доцент, канд. биол. наук
Сташкевич Татьяна Васильевна, магистр

ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет»,
Калининград, Россия, e-mail: aldushina.yuliya@gmail.com

Проанализированы основные изменения российского природоохранного законодательства в отношении платы за негативное воздействие на окружающую среду. Рассчитан и проанализирован размер платы за негативное воздействие на окружающую среду для модельного предприятия за 2016-2017 гг. Проведен анализ распределения финансовых средств, поступающих от данного платежа, в бюджеты различного уровня ввиду происходящих изменений природоохранного законодательства

Одним из основополагающих принципов законодательства Российской Федерации в области охраны окружающей среды является принцип платности природопользования, в соответствии с которым негативное воздействие на окружающую среду является платным [1]. Этот принцип может быть реализован в различных формах. Важно, чтобы функционирующие на его основе экономические методы управления побуждали субъектов хозяйственной деятельности сокращать негативное воздействие на окружающую среду, а взыскиваемые с них суммы были адекватны наносимому хозяйственной деятельностью ущербу.

Цель настоящей статьи является анализ изменения реализации принципа платности природопользования ввиду изменения российского законодательства.

Материалом для написания настоящей работы послужили данные декларации платы за негативное воздействие на окружающую среду (НВОС) одного из предприятий Калининградской области.

На протяжении последних лет экологическое законодательство активно изменяется, но кардинальные изменения в сфере платы за НВОС начали происходить с 2016 года. До этого периода в России действовал Порядок платы за загрязнение окружающей среды, установленный Постановлением Правительства РФ № 632 от 28.08.1992 г. «Об утверждении Порядка определения платы и ее предельных размеров за загрязнение окружающей природной среды, размещение отходов, другие виды вредного воздействия» [2]. Настоящий Порядок распространялся на предприятия, учреждения, организации, иностранных юридических и физических лиц, осуществляющих любые виды деятельности на территории Российской Федерации, связанные с природопользованием (в дальнейшем именуются природопользователи), и предусматривал взимание платы за следующие виды вредного воздействия на окружающую природную среду:

– выброс в атмосферу загрязняющих веществ от стационарных и передвижных источников;

- сброс загрязняющих веществ в поверхностные и подземные водные объекты, в том числе через централизованные системы водоотведения;
- размещение отходов;
- другие виды вредного воздействия (шум, вибрация, электромагнитные и радиационные воздействия и т.п.).

Согласно Порядку устанавливались два вида базовых нормативов платы:

а) за выбросы, сбросы загрязняющих веществ, размещение отходов, другие виды вредного воздействия в пределах допустимых нормативов;

б) за выбросы, сбросы загрязняющих веществ, размещение отходов, другие виды вредного воздействия в пределах установленных лимитов (временно согласованных нормативов).

Помимо повышающих коэффициентов к ставкам платы, которые определялись Постановлением Правительства РФ №344 от 12.06.2003 «О нормативах платы за выбросы в атмосферный воздух загрязняющих веществ стационарными и передвижными источниками, сбросы загрязняющих веществ в поверхностные и подземные водные объекты, в том числе через централизованные системы водоотведения, размещение отходов производства и потребления» применялись дополнительные коэффициенты (коэффициенты, учитывающие экологические факторы), коэффициент при выбросе ЗВ в атмосферный воздух городов и коэффициент инфляции [3].

Для наглядности блок схема методики расчета платы за НВОС с 2003 по 2015 года представлена на рисунке 1.

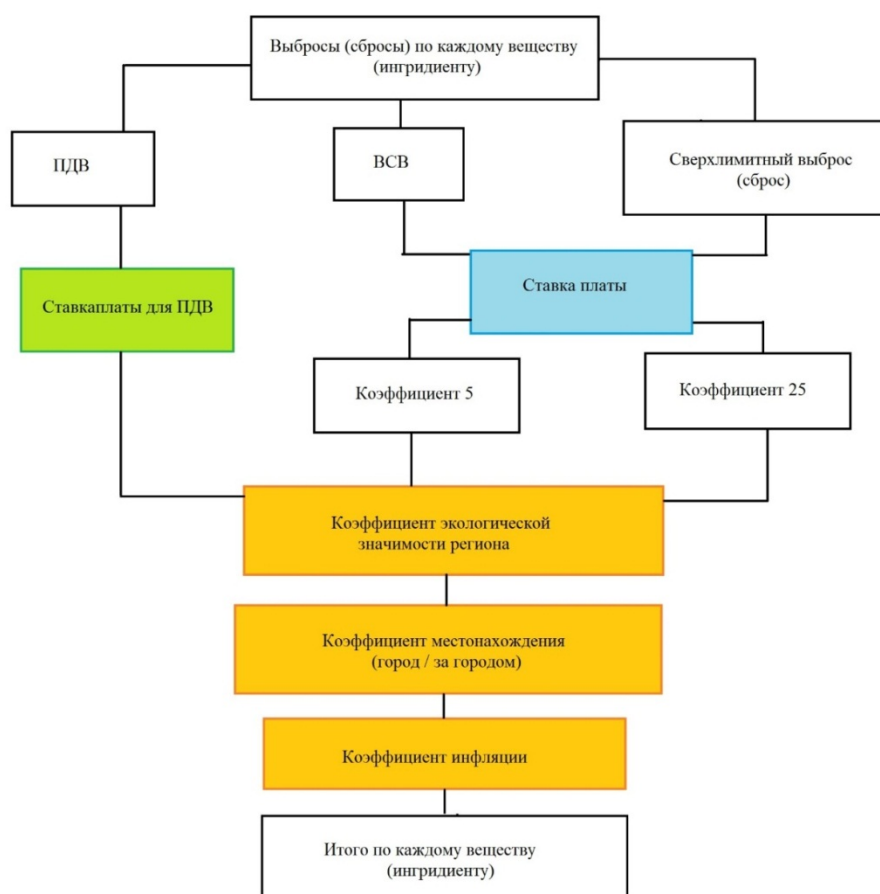


Рис. 1. Схема расчета платы за НВОС с 2003 по 2015 года

Кардинальные изменения законодательно закреплены Федеральным законом от 29.12.2015 №404-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон «Об охране окружающей среды» и отдельные законодательные акты Российской Федерации» и в соответствии с Постановлением Правительства РФ №255 от 03.03.2017 г. «Об исчислении и взимании платы за негативное воздействие на окружающую среду» привели к изменениям в плате за НВОС, а именно с 01.01.2016 г. взимается только за три вида НВОС: выбросы загрязняющих веществ (ЗВ) в атмосферный воздух стационарными источниками; сбросы ЗВ в водные объекты; хранение и захоронение отходов производства и потребления. В результате этого, были исключены такие виды воздействия как: загрязнение другими видами вредного воздействия (шум, тепло, электромагнитные и радиационные воздействия и т.п.); загрязнение недр, почв; выбросы ЗВ в атмосферный воздух от передвижных источников [4, 5].

Детально данные изменения отражены в Постановлении Правительства РФ №913 от 13.09.2016 «О ставках платы за негативное воздействие на окружающую среду и дополнительных коэффициентах» [6], согласно которому базовые нормативы изменены на новые ставки платы за негативное воздействие на окружающую среду и отменены все дополнительные коэффициенты, кроме дополнительного коэффициента 2, который применяется в отношении территорий и объектов, находящихся под особой охраной в соответствии с федеральными законами.

Размер новых ставок платы по каждому сбрасываемому (выбрасываемому) веществу, а также по каждому классу опасности отходов, размещаемому на объектах негативного воздействия утвержден Постановлением Правительства РФ №913 от 13.09.2016г. «О ставках платы за негативное воздействие на окружающую среду и дополнительных коэффициентах». В соответствии с произошедшими изменениями новая блок схема методики расчета платы за НВОС выглядит следующим образом (рисунок 2).

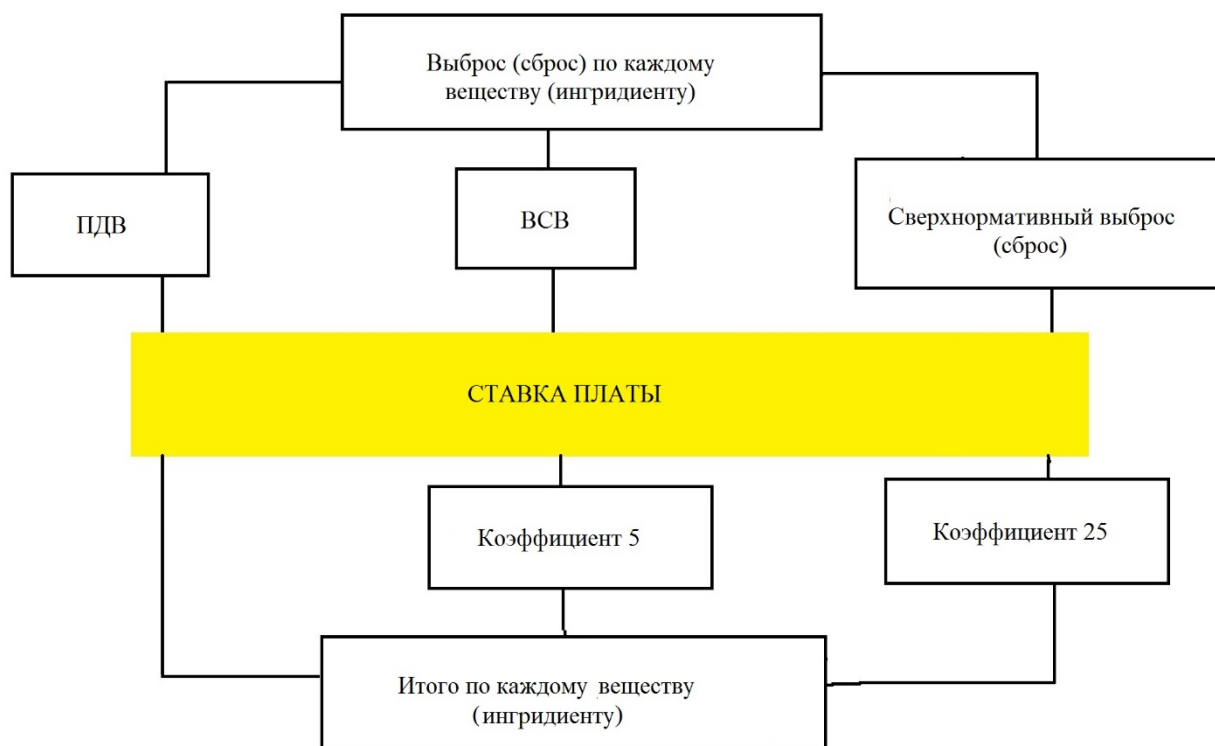


Рис. 2. Схема расчета платы за НВОС с 2016 по 2018 года

На основании произошедших изменений был проведен сравнительный анализ величины платы за НВОС модельного предприятия Калининградской области, относящегося в пищевой промышленности (штат предприятия 150 человек) и осуществляет плату за НВОС за следующие виды негативного воздействия: выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух стационарными источниками; размещение отходов производства и потребления.

Расчет платы за НВОС от стационарных источников выбросов с учетом разрешительной документации на выброс (ЗВ) (ПДВ), либо с учетом временно-согласованных выбросов, либо при отсутствии разрешительной документации или сверхлимитном выбросе, при расчете платы за НВОС при размещении отходов производства и потребления с учетом разрешительной документации (при согласованных лимитах), либо при отсутствии таковой или сверхлимитном размещении отходов произведен по двум вариантам:

- Вариант 1 - с применением ставок платы согласно постановлению Правительства РФ №344 от 12.06.2003 г.

- Вариант 2 – с применением ставок платы согласно постановлению Правительства РФ №913 от 13.09.2016 г.

Расчет сумм платы за НВОС за выбросы ЗВ в атмосферный воздух от стационарных источников по разным вариантам расчета показал, что плата в пределах установленных нормативов существенно не изменилась, но плата в пределах временно согласованных выбросов снизилась в 5 раз в 2016 году по сравнению с 2015 г., как и сверхлимитная плата, которая уменьшилась в 7 раз после изменений ставок платы в 2016 году (рисунок 3).

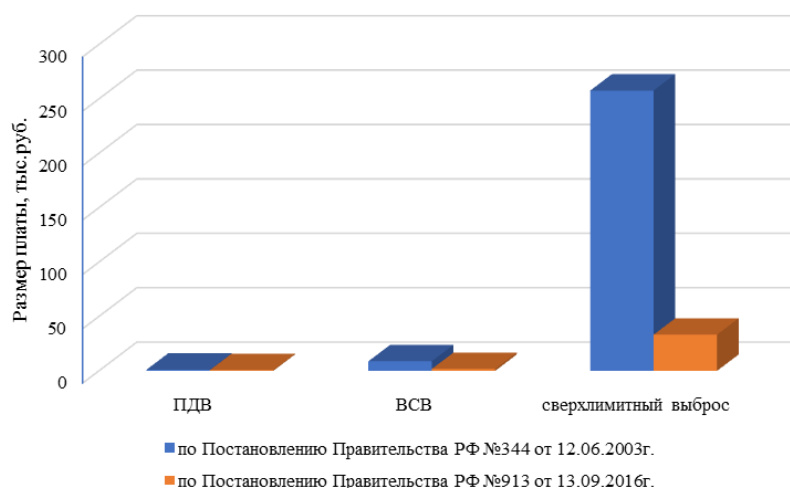


Рис. 3. Размер платы за выбросы ЗВ в атмосферный воздух, рассчитанная по двум вариантам

На рисунке 4 представлен результат аналогичного расчета платы за размещение отходов по двум вариантам, на котором также видна тенденция снижения платы за размещение отходов после изменений 2016 года: незначительные изменения в пределах лимитов и уменьшение на 11,5% при сверхлимитном размещении отходов.

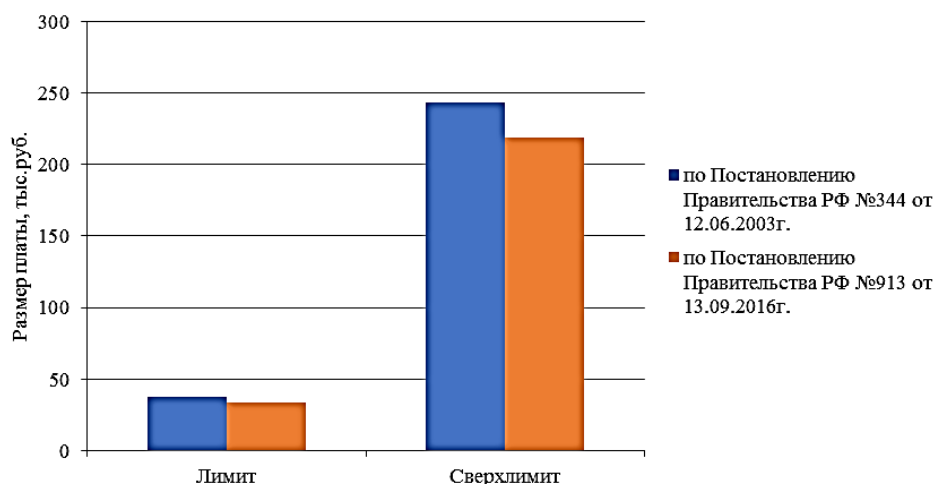


Рис. 4. Размер платы за размещение отходов, рассчитанная по двум вариантам

Помимо изменений в системе расчетов платы менялось и процентное распределение платы за негативное воздействие на окружающую среду в различные бюджеты бюджетной системы РФ, которое представлено в таблице 1.

Таблица 1

Распределение зачисления платы за НВОС в бюджеты бюджетной системы РФ

Год	Зачисления платы за негативное воздействие на окружающую среду	Основание
2003	19% в федеральный бюджет 81% в консолидированные бюджеты субъектов РФ	Федеральный закон от 24.12.2002 N 176-ФЗ
2004	20% в федеральный бюджет 80% в бюджеты субъектов РФ	Федеральный закон от 23.12.2003 N 186-ФЗ
2005-2015	20% в федеральный бюджет 40% в бюджеты субъектов РФ 40% в бюджеты муниципальных районов и городских округов	Федеральный закон от 20.08.2004 N 120-ФЗ
2016	5% в федеральный бюджет 40% в бюджеты субъектов РФ 55% в бюджеты муниципальных районов и городских округов	Федеральный закон от 03.12.2012 N 244-ФЗ Бюджетный кодекс РФ

Для анализа изменений представим распределение зачисления платы за НВОС в бюджеты бюджетной системы РФ на рисунке 5.

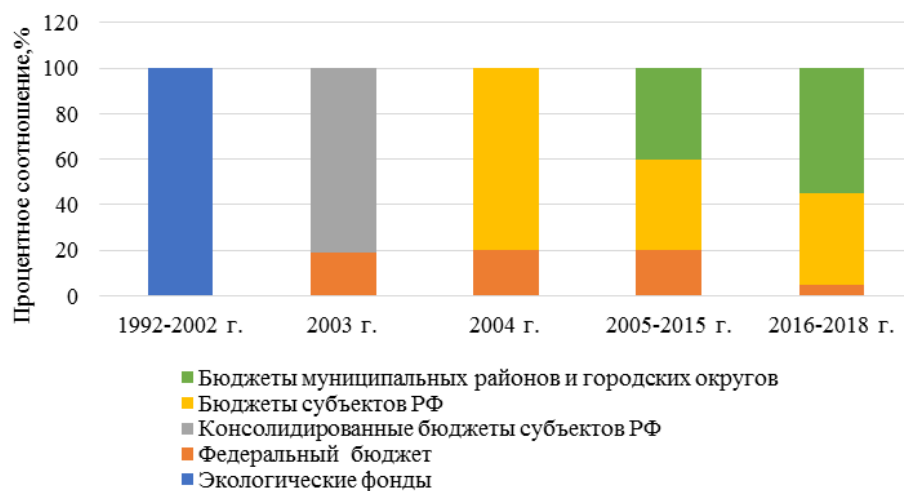


Рис. 5. Процентное соотношение зачисления платы за НВОС в бюджеты бюджетной системы РФ

Как видно из рисунка 5, начиная с 2016 года бюджеты муниципальных районов и городских округов получили большой процент, это значит, что суммы платы за НВОС поступают в бюджет именно того муниципального района или городского округа в котором непосредственно находится объект негативного воздействия. Это подтверждается анализом данных статистической информации по внесению платы за НВОС в бюджеты, выпускаемый Федеральной службой государственной статистики в виде годового отчета «Сведения о текущих затратах на охрану окружающей среды и экологических платежах» за 2013, 2014, 2015 и 2016 года.

Динамика поступления финансовых средств в бюджеты различных уровней за 2013 – 2016 гг. показана в таблице 2. Следует отметить ежегодную тенденцию роста платы за НВОС до 2016 года по всем видам негативного воздействия, но по сравнению с 2015 годом в 2016 году плата за НВОС по Калининградской области сократилась на 28 % или на 9 829 000 руб.

Таблица 2

Процентное зачисление платы за НВОС побюджетно от Калининградской области

Зачисления платы за НВОС в бюджеты	Ставка в 2003-2015 г., %	Поступило в бюджет, тыс. руб.			Ставка в 2016 г., %	Поступило в бюджет, тыс. руб. в 2016 г.	Не поступило в бюджет по сравнению с 2015 г., руб.
		в 2013 г.	в 2014 г.	в 2015 г.			
в федеральный бюджет	20	4 904,2	8 532,4	9 107,8	5	1 785,5	491,45
в бюджет КО	40	9 808,4	17 064,8	17 064,8	40	14 284,0	3 931,6
в бюджет муниципальных районов и городских округов	40	9 808,4	17 064,8	18 215,6	55	19 640,5	5 405,95
Общая сумма поступлений от КО	100	24 521,0	42 662,0	45 539,0	100	35 710,0	9 829,0

Соответственно в Федеральный бюджет в 2016 году по сравнению с 2015 годом поступила сумма меньше на 7 322 300 руб., в бюджет Калининградской области – на 3 931 600 руб., но бюджеты муниципальных районов и городских округов в соответ-

ствии с изменившимся процентным соотношением в 2016 году поступила сумма больше, чем 2015 году на 1 424 900 руб.

Таким образом, согласно проведенным расчетам, плата за НВОС с введением новых ставок сократится на 28%, что обусловлено увеличением самой ставки платы, но исключением таких коэффициентов как:

–коэффициент экологической ситуации, который для Калининградской области составлял 1,5 для выбросов в атмосферу, для размещения отходов 1,3;

–ежегодно меняющийся коэффициент инфляции, который на последний год действия составил 2,45 (вместо 2,33 в 2014 году) и 1,98 (вместо 1,89 в 2014 году);

–коэффициент местонахождения объекта НВОС (в городе 1,2 или за городом 1,0).

На основании вышеизложенного можно сделать несколько выводов:

1) Изменения нормативно-правовой базы платы за НВОС, произошедшие за последние несколько лет, привели к увеличению ставок платы по каждому выбрасываемому ингредиенту (веществу), но произведенное исследование показало общую тенденцию снижения поступления платы за НВОС в бюджет. Можно сделать вывод, что изменения нормативно-правовой базы платы за НВОС экономически неэффективны для бюджета, средства из которого выделяются на природоохранные мероприятия.

2) Произведенный расчет платы за НВОС на основе данных предприятия Калининградской области показал, что Плательщикам платы стало проще исчислять плату за НВОС.

3) Сравнительный анализ объемов финансовых средств, поступающих в бюджеты РФ от платежей за НВОС от Калининградской области показал общую тенденцию снижения платы за НВОС на 28% по сравнению с предыдущим периодом, но вследствие изменения процентного распределения средств между бюджетами, суммы поступления финансовых средств в бюджеты региона от платы за НВОС не сократились.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Российская федерация. Законы. Об охране окружающей среды Федеральный закон от 10.01.2002 №7-ФЗ «Об зоне охраны окружающей среды»// Электрон. дан. Режим доступа URL: <http://www.consultant.ru> (дата обращения: 15.05.2018)

2. Российская федерация. Постановления. Об утверждении Порядка определения платы и ее предельных размеров за загрязнение окружающей природной среды, размещение отходов, другие виды вредного воздействия Постановление Правительства РФ №632 от 28.08.1992// Электрон. дан. Режим доступа URL: <http://www.consultant.ru> (дата обращения 21.03.2017)

3. Российская федерация. Постановления. О нормативах платы за выбросы в атмосферный воздух загрязняющих веществ стационарными и передвижными источниками, сбросы загрязняющих веществ в поверхностные и подземные водные объекты, в том числе через централизованные системы водоотведения, размещение отходов производства и потребления Постановление Правительства РФ №344 от 12.06.2003 // Электрон. дан. Режим доступа URL: <http://www.consultant.ru> (дата обращения 12.12.2017)

4. Российская федерация. Законы. О внесении изменений в Федеральный закон «Об охране окружающей среды» и отдельные законодательные акты Российской Федерации Федеральный закон от 29.12.2015 №404-ФЗ// Электрон. дан. Режим доступа URL: <http://www.consultant.ru> (дата обращения 18.04.2017)

5 Российская федерация. Постановления. Об исчислении и взимании платы за негативное воздействие на окружающую среду Постановление Правительства РФ №255 от 03.03.// Электрон. дан. Режим доступа URL: <http://www.consultant.ru> (дата обращения 15.04.2018)

6 Российская федерация. Постановления. О ставках платы за негативное воздействие на окружающую среду и дополнительных коэффициентах Постановление Правительства РФ №913 от 13.09.2016// Электрон. дан. Режим доступа URL: <http://www.consultant.ru> (дата обращения 04.12.2016)

CHANGE OF THE AMOUNT OF THE PAYMENT FOR NEGATIVE EFFECTS ON THE ENVIRONMENT AS THE RESULT OF THE CHANGE OF ENVIRONMENTAL LEGISLATION

Aldushina Yulia Kazimirovna associate professor, PhD
Stashkevich Tatyana Vasilevna, master of KSTU

Kaliningrad State Technical University, Kaliningrad, Russia,
e-mail: aldushina.yuliya@gmail.com

The main changes in Russian environmental legislation with regard to charges for negative impact on the environment was analyzed. The amount of payment for negative impact on the environment for the model company for 2016-2017 is calculated and analyzed. The analysis of the distribution of financial resources coming from this payment to budgets of various levels in view of the environmental legislation changes taking place was conducted.

УДК 556.555.6:581.132

МЕЖГОДОВАЯ ДИНАМИКА ХЛОРОФИЛЛА «а» В ПОВЕРХНОСТНОМ СЛОЕ ОЗЕРА ВИШТЫНЕЦКОГО В НАЧАЛЕ РЕКРЕАЦИОННОГО СЕЗОНА

Берникова Татьяна Александровна, канд. геогр. наук, проф. кафедры
«Ихтиология и экология»

Кривоускова Екатерина Владимировна, ведущий инженер кафедры
«Ихтиология и экология»

Цветкова Надежда Николаевна, канд. геогр. наук, доцент кафедры «Ихтиология и экология»

ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет»,
Калининград, Россия, e-mail: bernikovy@gmail.com,
katekrivopuskova@gmail.com, nagornova@klgtu.ru

В рамках исследования озера Виштынецкого был проведен анализ содержания хлорофилла «а» в его поверхностном слое в начале рекреационного сезона. Выявлены некоторые закономерности в его распределении. Полученные результаты позволили в соответствии с классификацией В.В. Бульона по величине хлорофилла «а» оценить трофический статус озера в 2014-2017 гг. как мезотрофный, что не согласуется с ранее полученными данными при использовании только гидрохимических показателей.

Более подходит классификация Китаева С.П., по которой состояние озера в рассматриваемый период можно определить как переходное от олиго- в мезотрофное

Озеро Виштынецкое – уникальный природный комплекс на юго-востоке Калининградской области, обладающий высоким рекреационным потенциалом. Начиная с 2009 года, его прибрежная территория включена в проекты развития туризма на территории Калининградской области как один из инвестиционных объектов, а в 2012 году озеро совместно с прилегающей территорией вошло в состав Природного парка «Виштынецкий» [1]. В настоящий момент водоем пользуется большой популярностью среди жителей области [2], на его берегах, как с российской, так и с литовской стороны расположены базы отдыха разного статуса. Широко развит неорганизованный отдых. Это приводит к возрастанию антропогенной нагрузки на экосистему водного объекта, что может вызвать смещение его олиготрофного состояния в сторону повышения эвтрофирования.

Увеличение объемов поступающего органического вещества и биогенных элементов стимулирует рост биомассы фитопланктонного сообщества, вызывая изменения на первых уровнях трофической цепи и, как следствие, экологического состояния экосистемы. Наиболее простым способом оценки содержания фитопланктона, особенно при исследовании пресноводных экосистем, является анализ концентрации хлорофилла «а».

В связи с этим целью настоящей работы является оценка межгодовой динамики содержания хлорофилла «а» в подповерхностном слое российской части акватории озера в начале рекреационного сезона (середина июня-первые числа июля), когда наблюдается основной приток туристов

Исследование основывается на материалах, полученных в рамках ежегодных мониторинговых наблюдений, проводимых кафедрой «Ихтиологии и экологии» в 2014-2017 гг. Пробы для оценки концентрации хлорофилла «а» обычно отбирались в последнюю неделю июня в поверхностном слое (глубиной до 2 м) на двадцати одной станции (рисунок 1). Одновременно отбирались пробы для гидрохимического анализа, измерялись температура воды, электропроводность, рН и концентрация растворенного кислорода.



Рис. 1. Схема расположения станциях на озере Виштынецком в 2014-2017 гг.

Большинство станций взяты в прибрежной части озера, в районах непосредственного влияния рекреационной деятельности (ст. 42, 17, 68, 5, 46, 6, 21 и 11), глуби-

на этих станциях не превышала 2 м, точки отбора проб располагались на расстоянии 2-5 метров от берега (в зависимости от уровня). Для оценки влияния притока воды с водосборного бассейна производится отбор проб в районе устья Черницы (ст. 18) и на некотором удалении от него (ст. 18а). Кроме прибрежных, исследовались глубоководные станции вблизи российско-литовской границы (ст. 16, 14, 1, 12, 8).

Отобранный материал отфильтровывался и фиксировался согласно методике, предложенной ГОСТом 17.1.4.02-90 «Вода. Методика спектрофотометрического определения хлорофилла – а» [3]. Определение концентрации хлорофилла «а» проводилось в лабораторных условиях. Карты распределения концентрации хлорофилла «а» и других параметров построены с использованием программы Golden Software Surfer.

Концентрация хлорофилла «а» в поверхностном слое может зависеть от многих абиотических факторов, таких, например, как температура воды, облачность, ветер и др. Работам в течение июня предшествовала и сопутствовала в основном облачная или пасмурная погода. В 2014 г. ясных дней не было (рисунок 2).

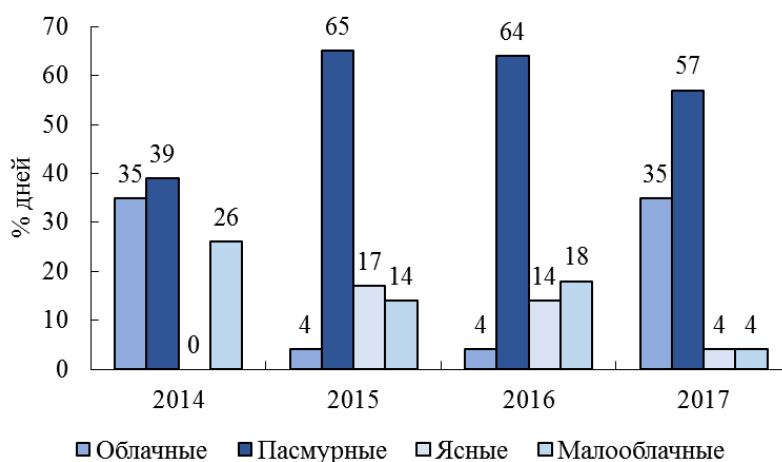


Рис. 2. Общая облачность в период с 01 по 25 июня

Ветры переменных направлений с преобладанием западного сектора. Скорость ветра изменялась от 1 до 6 с преобладанием 5-6 м/с (таблица 2). Самая высокая температура воздуха наблюдалась в 2016 г., в 2014 и 2015 гг. было холоднее (таблица 1).

Таблица 1

Погодные условия

	за три дня до отбора проб				за день до отбора проб				в день отбора проб			
	2014	2015	2016	2017	2014	2015	2016	2017	2014	2015	2016	2017
Температура воздуха, °С, ночью	15	18	21	19	14	15	22	17	12	18	25	21
Температура воздуха, °С, днем	15	19	23	20	16	16	22	19	18	19	29	23
Направление ветра	СЗ	З	В	ЮЗ	З	З	З	ЮЗ	З	ЮЗ	З	В
Скорость ветра, м/с	6	1	2	5	6	6	3	6	2	5	2	4
Облачность	м/о	пас	м/о	пас	обл	пас	пас	пас	обл	пас	пас	пас

Примечание: исходные данные взяты из [4] для ближайшей метеостанции (г. Кибартай)

В соответствии с тепловыми условиями изменялась и концентрация хлорофилла «а». Наиболее высокое его содержание отмечено в 2016, когда высокая температура вызвала бурное цветение водоема, особенно в его южной половине. Наиболее низкое (в том числе, в Тихой бухте) – в 2015 и близком к нему 2014 г. В то же время в Тихой бухте в 2017 г. наблюдалась очень высокая концентрация (таблица 2).

Таблица 2

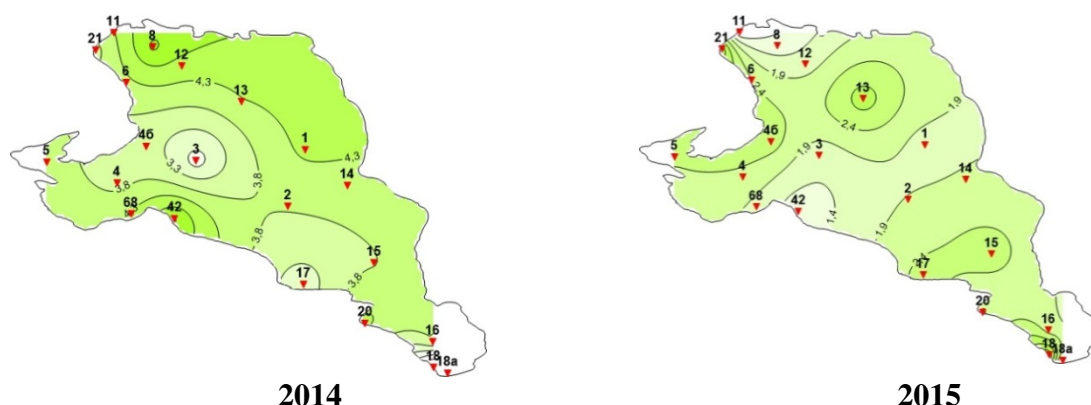
Концентрация хлорофилла «а», мг/м³

Год	2014	2015	2016	2017
Тихая бухта				
Станция 5 (перед входом в Утиный залив)	3,974	2,436	4,03	12,575
Открытая акватория				
Минимальная	0,849 (ст. 18)	0,441 (ст. 11)	1,650 (ст. 1)	0,442 (ст. 11)
Максимальная	5,403 (ст. 8)	4,414 (ст.18)	6,760 (ст.14)	5,591 (ст. 6)

Распределение хлорофилла «а» по акватории озера в разные годы сильно различается. Так, его высокое содержание на глубоководной станции 1 обнаружено только в 2014 г [5]. Самая низкая концентрация в районе устья р. Черницы (ст. 18), определившая трофический статус этого участка как олиготрофный, отмечена лишь в 2017 г., в остальные годы содержание хлорофилла «а» здесь было достаточно высоким. Это, так же как и самые большие его значения в бухте Тихой, можно объяснить предшествовавшим съемке восточным ветром (таблица 1), сгонным для южных берегов озера и нагонным для бухты. Ветер мог вызвать соответствующий снос фитопланктона, определяющего значения хлорофилла «а» (рисунок 3).

Следует подчеркнуть, что крайне редко прослеживается закономерная связь между содержанием хлорофилла «а» и потенциальными источниками загрязнения органическими и биогенными веществами, каковыми являются места организованного отдыха, северо-восточная часть озера, примыкающая к пос. Виштитис.

Выше отмечена некоторая зависимость абсолютного содержания хлорофилла «а» от температуры. В какой-то мере это подтверждается и пространственным распределением последней (рисунок 4). Общая картина содержания хлорофилла «а» в менее прогретой воде в 2015 и 2014 гг. в какой-то мере аналогична.



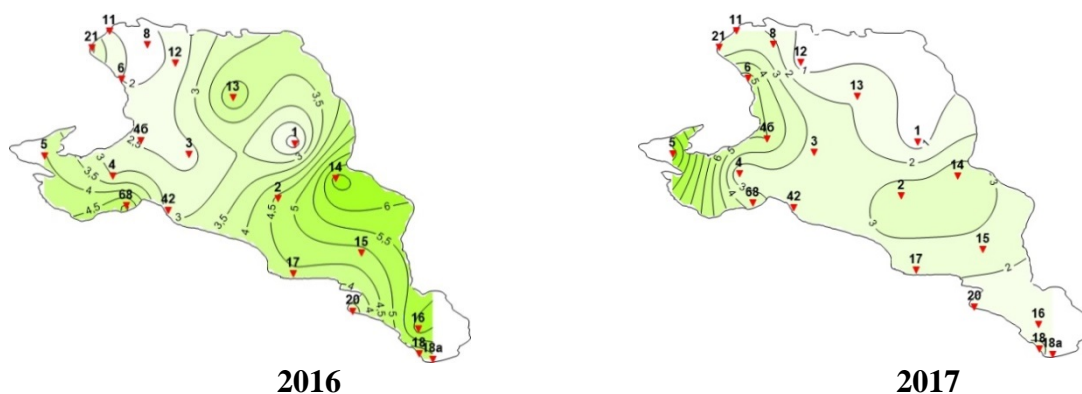


Рис. 3. Концентрация хлорофилла «а», $\text{мг}/\text{м}^3$, в поверхностном слое оз. Виштынецкого в начале рекреационного сезона

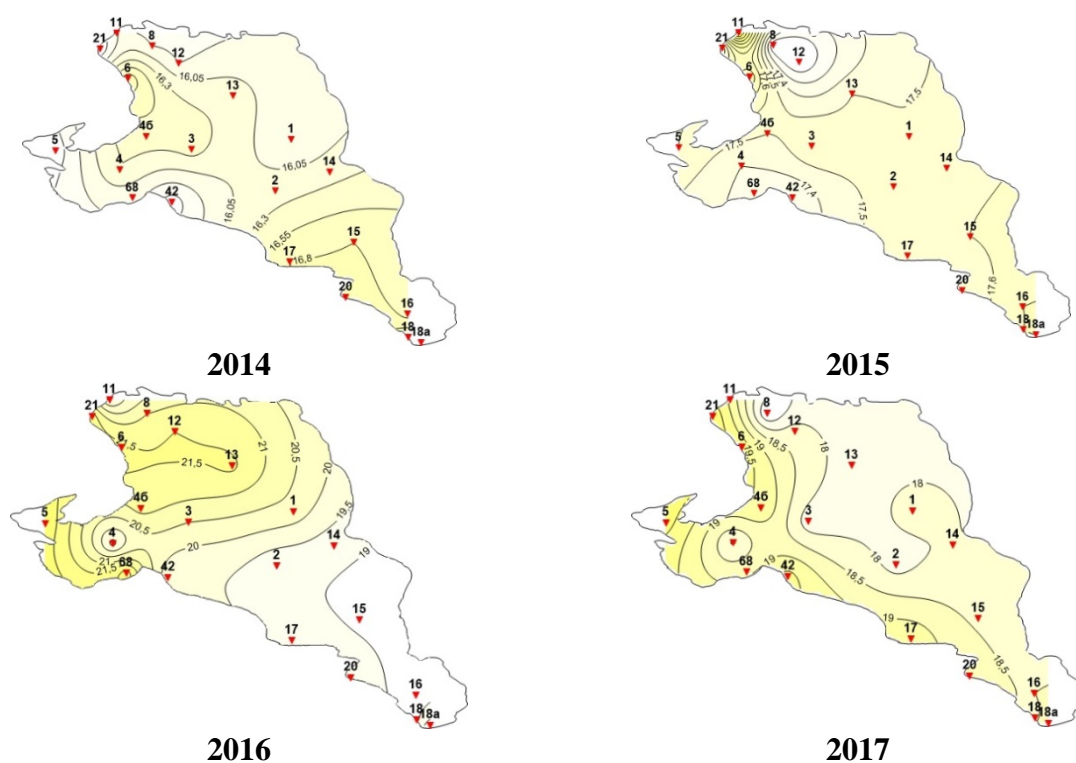


Рис. 4. Распределение температуры на поверхности оз. Виштынецкого в начале рекреационного сезона

Как известно, в процессе фотосинтеза выделяется кислород, следовательно, логично ожидать прямую связь между его концентрацией в воде и содержанием хлорофилла «а». В то же время, увеличение биомассы фитопланктона влечет за собой возрастание количества органических веществ, на окисление которых расходуется кислород. Именно такой двойственной связью рассматриваемых параметров и можно объяснить тот факт, что соответствие между их концентрациями наблюдается только в отдельных случаях. Лишь в 2016 г. максимальному содержанию хлорофилла «а» в открытом озере сопутствует максимальная концентрация и пересыщение воды кислородом. Высокие значения растворенного кислорода в 2015 г. можно в какой-то мере объяснить более низкой температурой воды, несколько увеличившей растворимость кислорода и снизившей его расходование (таблицы 3-4 и таблица 2).

Таблица 3

Концентрация растворенного кислорода, мг/дм³

	2014	2015	2016	2017
Тихая бухта				
Станция 5 (перед входом в Утиный залив)	7,77	10,85	12,73	6,91
Открытая акватория				
Минимальная	7,42 (ст. 21)	9,1 (ст. 13)	6,77 (ст. 21)	6,45 (ст. 2)
Максимальная	8,82 (ст. 20)	10,92 (ст. 6, 11)	13,58 (ст. 14)	9,21 (ст. 42)

Таблица 4

Относительное содержание растворенного кислорода в воде, %

	2014	2015	2016	2017
Тихая бухта				
Станция 5 (перед входом в Утиный залив)	81,7	115,5	157,6	75,4
Открытая акватория				
Минимальная	74,9 (ст. 21)	104,3 (ст. 13)	74,9 (ст. 21)	67,2 (ст. 2)
Максимальная	87,5 (ст. 20)	116,9 (ст. 6)	154 (ст. 14)	99,4 (ст. 42)

Горизонтальное распределение хлорофилла «а» (рисунок 3) и абсолютного содержания растворенного кислорода (рисунок 5) почти зеркальны друг другу. Это заставляет заключить, что интенсивность увеличения биомассы фитопланктона, влекущее за собой возрастание количества органического вещества и расходования кислорода, превышает интенсивность поступления последнего при фотосинтезе.

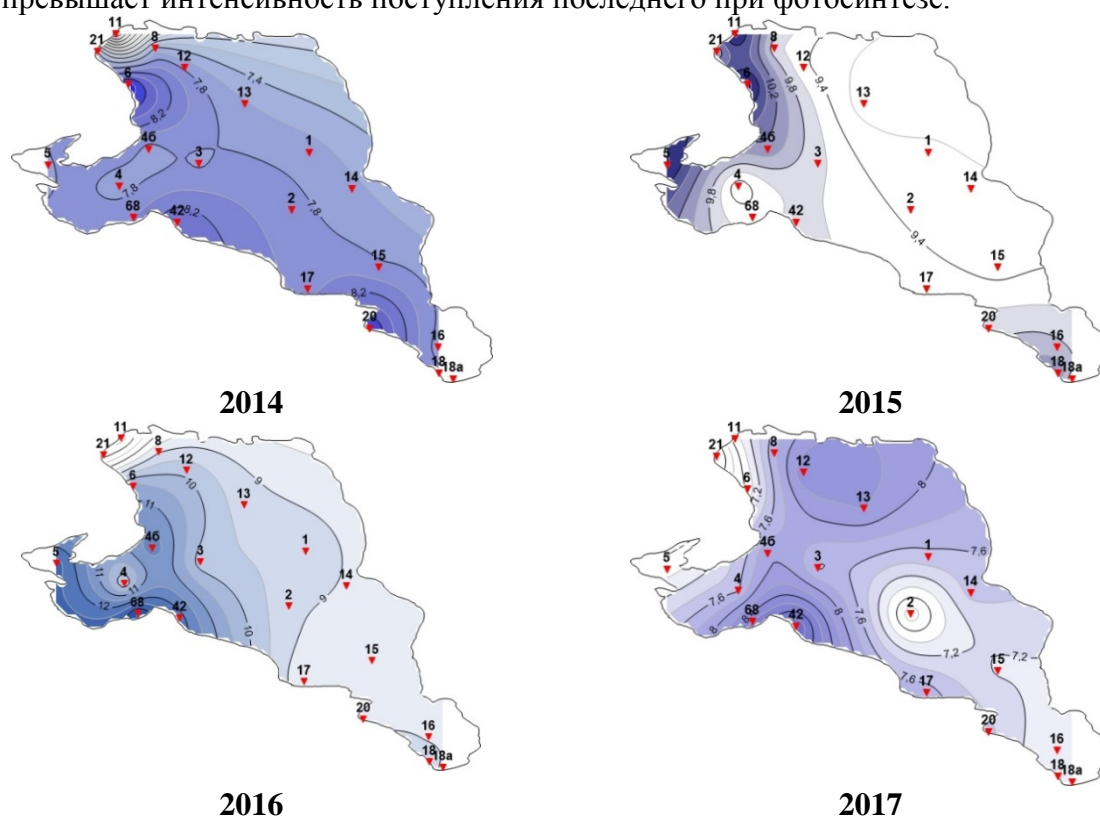


Рис. 5. Распределение абсолютного содержания кислорода, мг/дм³, на поверхности оз. Виштынецкого в начале рекреационного сезона

Интересно проследить связь концентрации хлорофилла «а» с содержанием биогенных элементов, потребляемых в процессе фотосинтеза: можно ожидать обратную связь между этими параметрами. Рассмотрим это на примере фосфора фосфатов (рис. 6).

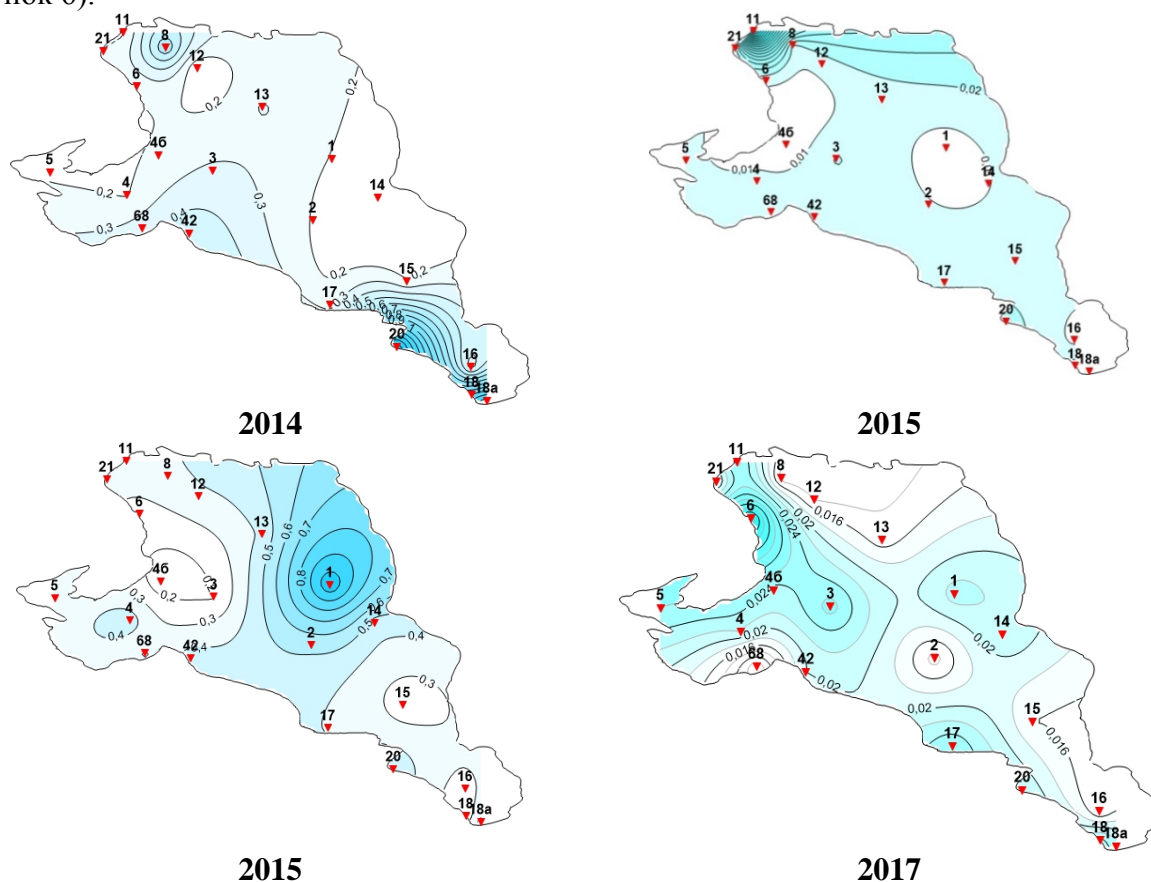


Рис. 6. Распределение фосфора фосфатов в поверхностном слое оз. Виштынецкого в начале рекреационного сезона

При сопоставлении рисунков 6 и 2 обнаруживается некоторое соответствие сказанному в 2017 и 2016 гг., когда районам с низким содержанием хлорофилла «а» в определенной степени соответствовали места с высокими концентрациями фосфора фосфатов. В 2014-2015 гг. такая зависимость не просматривается.

Переходя к оценке трофности озера, отметим следующее. Исходя из данных, приведенных в таблице 2 и представленных на рисунке 3, трофический статус озера в 2014-2017 гг. (за исключением станций 1 и 12 в 2017 г.) в соответствии с классификацией Бульона В. В. [6] можно оценить как мезотрофный. В то же время согласно классификации Китаева С. П. [7] состояние озера Виштынецкого в рассматриваемый период можно определить как переходное от олиго- в мезотрофное. При этом места потенциального загрязнения на рисунке 3 прослеживаются крайне слабо.

Наряду с результатами определения хлорофилла «а», для оценки трофического статуса водной экосистемы широко используются гидрохимические показатели, в частности, сведения о перманганатной окисляемости, свидетельствующей о наличии органических веществ. Таблица 4 позволяет оценить величину перманганатной окисляемости в соответствии с классификацией О.А. Алекина [8] как среднюю (5-10 мгО/дм³), при этом на рисунке 7 отчетливо проявилось влияние возможных источников загрязнения.

Перманганатная окисляемость, мгО/дм³

	2014	2015	2016	2017
Тихая бухта				
Станция 5 (перед входом в Утиный залив)	7,98	6,43	5,25	6,43
Открытая акватория				
Минимальная	5,21 (ст. 11)	4,71 (ст. 21)	4,2 (ст. 15)	3,7 (ст. 18)
Максимальная	9,14 (ст.17)	6,14 (ст.11)	6,44 (ст. 1)	7,6 (ст. 6)

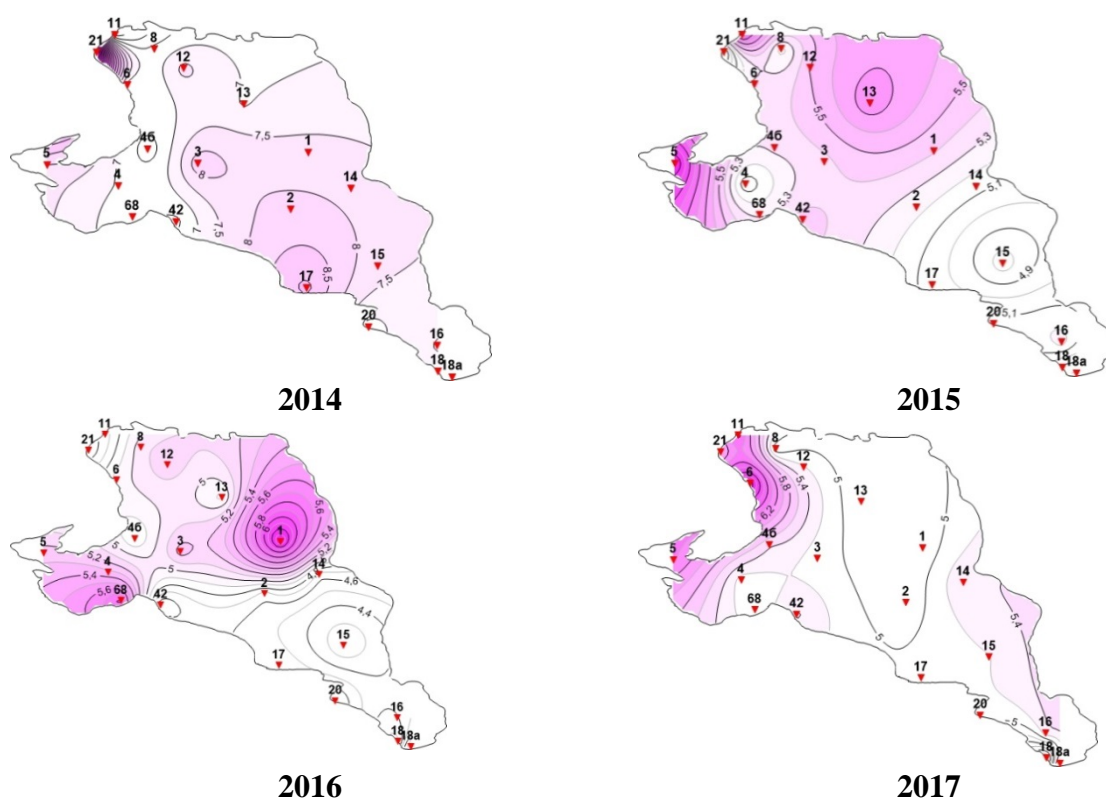


Рис. 7 Распределение перманганатной окисляемости в поверхностном слое оз. Виштынецкого в начале рекреационного сезона

Ранее [9, 10, 11, 12] нами давалось определение трофического статуса озера по гидрохимическим показателям как олиготрофного с некоторыми чертами мезотрофности в прибрежной полосе (Утиный залив определен нами как эвтрофный). Результаты, полученные в 2014-2017 гг. не опровергают полученные ранее выводы. В тоже время наблюдающиеся последние несколько лет увеличивающиеся площади зарастания мелководной части озера высшей водной растительностью, независимо от уровня воды, а также увеличение процента заиленных мелководных территорий свидетельствуют о негативных процессах, протекающих в озере. Исходя из вышеизложенного, к определению трофического статуса озера необходимо подходить комплексно, используя разные экологические параметры, включая оценку состояния гидробиологических сообществ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Постановление Правительства Калининградской области от 19.01.2012 г. № 9 Об организации природного парка «Виштынецкий» (с изменениями на: 21.11.2016) // Электрон. дан. Режим доступа URL: <https://gov39.ru/vlast/npa/> (<https://gov39.ru/vlast/npa/>) (дата обращения 01.05.2018)
2. Кривоускова Е.В., Соколов А.В. Источники антропогенной нагрузки на озеро Виштынецкое в пределах его водосборного бассейна //IV Балтийский форум. Международная научная конференция «Водные биоресурсы, аквакультура и экология». Калининград, ФГБОУ ВПО «КГТУ», 2016. С. 43-46
3. ГОСТ 17.1.4.02-90 «Вода. Методика спектрофотометрического определения хлорофилла «а»
4. Погода в мире // Электрон. Дан. Режим доступа URL: <http://rp5.ru> (<http://rp5.ru>) (дата обращения 01.05.2018)
5. Берникова Т.А., Кривоускова Е.В., Цветкова Н.Н. Хлорофилл "а" как показатель трофического статуса озера Виштынецкого //III Балтийский морской форум. Международная научная конференция "Водные биоресурсы, аквакультура и экология водоемов". Калининград: КГТУ, 2015. С. 151-153
6. Бульон В. В. Закономерности первичной продукции в лимнологических экосистемах. СПб.: Наука, 1994. 224 с.
7. Китаев С. П. Экологические основы биопродуктивности озер разных природных зон. М.: Наука. 1984. 207 с.
8. Алекин О. А. Основы гидрохимии. Л.: Гидрометеиздат, 1970. 413 с.
9. Озеро Виштынецкое / Отв. ред. Тылик К.В., Шibaев С.В. Калининград: Изд-во «ИП Мишуткина», 2008. 144 с.
10. Рыбохозяйственный кадастр трансграничных водоемов России (Калининградская область) и Литвы / С.В. Шibaев, М.М. Хлопников, А.В. Соколов и др. Калининград: Изд-во «ИП Мишуткина», 2008. 200 с.
11. Берникова Т.А. Многолетние изменения содержания органических веществ в воде как показатель трофического уровня озера Виштынецкого/Т. А. Берникова, Н. Н. Нагорнова, Н. А. Цупикова // Известия КГТУ. 2013. № 28. С.70-78.
12. Берникова Т.А., Нагорнова Н.Н., Цупикова Н.А. Возможность оценки трофического статуса водоема по величине перманганатной окисляемости (на примере озера Виштынецкого Калининградской области) /Вестник РУДН. М. ИПК РУДН. 2013. № 3. С. 12-23.

THE INTERANNUAL DYNAMICS OF CHLOROPHYLL "a" IN THE SURFACE LAYER OF VISHTYNETSKY LAKE AT THE BEGINNING OF THE RECREATION SEASON

Bernikova Tatyana Aleksandrovna, cand. geogr. sciences, prof. of the Department of Ichthyology and Ecology

Krivouskova Ekaterina Vladimirovna, leading engineer of the Department of Ichthyology and Ecology

Tsvetkova Nadezhda Nikolaevna, cand. geogr. sci., associate professor of the Department of Ichthyology and Ecology

Kaliningrad State Technical University, Kaliningrad, Russia,

e-mail: bernikovy@gmail.com, katekrivouskova@gmail.com, nagornova@klgtu.ru

As part of the study of the Vishtynetsky lake, an analysis of the chlorophyll content "a" in its surface layer at the beginning of the recreational season was made. Some regularities in its distribution are revealed. The obtained results allowed us to estimate the trophic status of the lake in 2014-2017 in accordance with the classification of Bullion V. V. in terms of chlorophyll "a" concentration as mesotrophic, which is inconsistent with previously obtained data using only hydrochemical indicators. The classification of Kitaev SP is more suitable, according to which the state of the lake during the period under consideration can be defined as a transitional from the oligo- to mesotrophic.

УДК 582.272.462-119.2(265.53+265.54)

МОНИТОРИНГ СОДЕРЖАНИЯ ТОКСИЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В САХАРИНЕ ЯПОНСКОЙ ЯПОНСКОГО И ОХОТСКОГО МОРЕЙ

Вишневецкая Татьяна Ивановна, ст. науч. сотр., канд. техн. наук
Кадникова Ирина Арнольдовна, вед. науч. сотр., д-р техн. наук
Аминина Наталья Михайловна, зав. лаб., канд. техн. наук
Журавлева Ольга Викторовна, вед. инж.
Епур Наталья Викторовна, инж. I кат.
Рогов Александр Максимович, мл. науч. сотр.

ФГБНУ ТИНРО-Центр «Тихоокеанский научно-исследовательский
рыбохозяйственный центр», Владивосток, Россия,
e-mail: tatyana.vishnevskaya@tinro-center.ru

Проведены мониторинговые исследования содержания мышьяка, свинца и кадмия в сахарине японской прибрежных вод Дальнего Востока с 2010 по 2017 г. Установлено, что динамика накопления токсичных элементов в сахарине японской зависит от района произрастания водорослей. Результаты проведенных исследований свидетельствуют о достаточно благополучном состоянии исследованных бухт в 2017 г, за исключением бух. Соколовская по содержанию свинца в водорослях

Наиболее загрязненными районами на Дальнем Востоке являются места расположения крупных торговых портов, береговых промышленных сооружений, в Приморье - это залив Петра Великого, бух. Рудная, в районе о. Сахалин – залив Анива. [1,2,3].

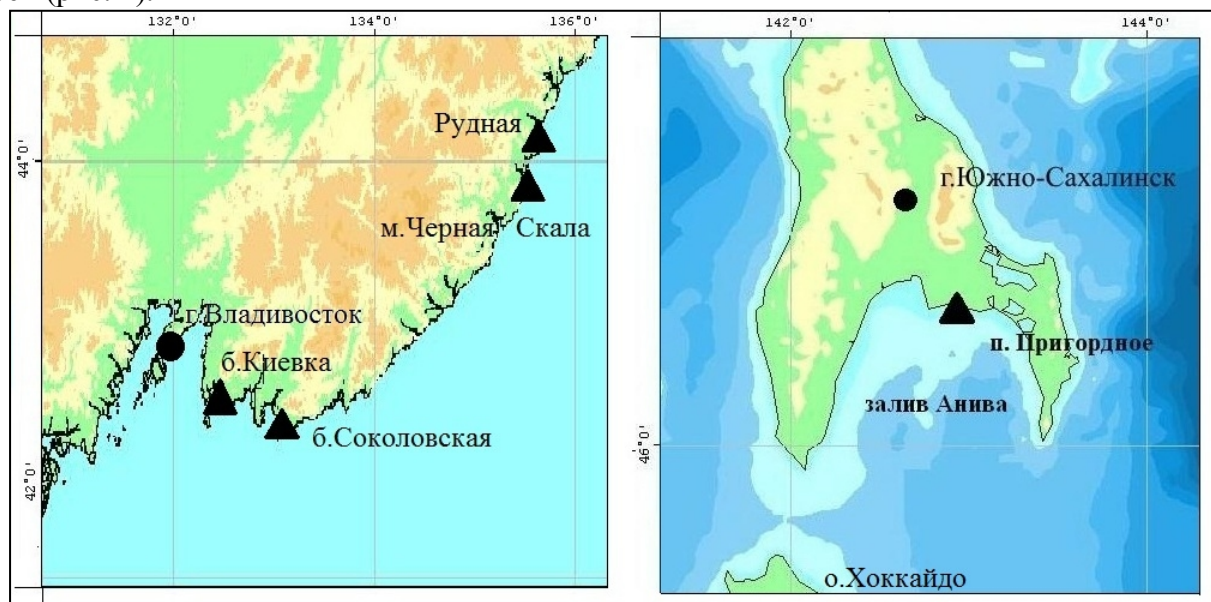
Известно, что загрязнение водоемов сказывается на видовом составе ассоциаций макрофитов, уменьшая их число. От состояния макрофитов зависит стабильность экосистем и их способность к восстановлению после нарушений, вызванных антропогенным воздействием [4]. Мониторинг окружающей среды должен проводиться постоянно в течение длительного времени для выявления уровня антропогенной нагрузки на морскую экосистему. [3].

Для мониторинга и индикации загрязнения токсичными элементами морской среды уже более 30 лет используются массовые виды макрофитов. Наиболее часто для этой цели применяют бурые водоросли для контроля содержания металлов в среде могут использоваться также красные и зеленые водоросли [5, 6]. Это обусловлено особенностями химического состава водорослей, позволяющих накапливать микроэлементы пропорционально их содержанию в среде и длительное время их удерживать в слоевищах. [7, 8].

Целью настоящей работы является мониторинг содержания токсичных элементов в сахарине японской прибрежных вод Дальнего Востока.

Материалы и методы исследований

В качестве исходного материала для исследований использовали промышленную бурую водоросль - сахарину японскую (*Saccharina japonica*). Сахарина японская была добыта в промышленный период 2010-2017 гг в прибрежных водах Японского и Охотского морей (рис. 1).



а) б)
Рис.1 Карта-схема районов добычи сахарины японской Японского (а) и Охотского морей (б)

Подготовку проб проводили согласно методическим рекомендациям к атомно-абсорбционному определению токсичных металлов [9]. Концентрацию свинца, мышьяка и кадмия определяли на атомно-абсорбционном спектрофотометре Shimadzu AA-6800.

Результаты и обсуждение

Бухты Киевка и Соколовская расположены на восточном побережье Приморского края недалеко от городов Владивосток и Находка и являются местом отдыха для гостей и жителей Приморья.

Мониторинговые исследования сахарины японской из бухты Киевка с 2010 по 2017 гг (за исключением 2014 г) показали превышение установленной ТР ТС 021/2011 нормы мышьяка (5 мг/кг) и в 2012 и 2014 гг – свинца (0,5 мг/кг). Содержание кадмия в водорослях на протяжении этих лет оставалось на порядок ниже предельно допустимого уровня (ПДУ) (1 мг/кг) (рис. 2).

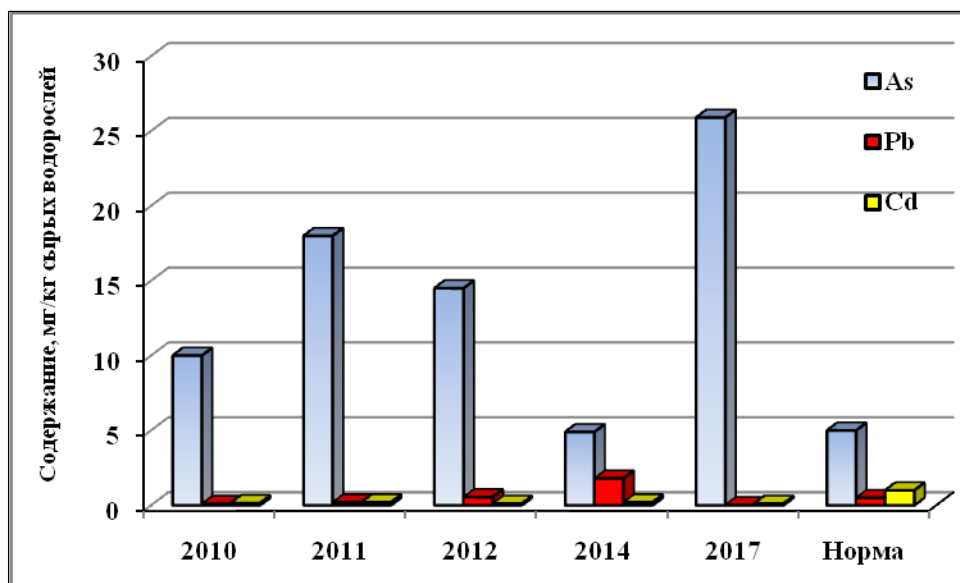


Рис. 2 Динамика содержания токсичных элементов в сахарине японской из бух. Киевка в 2010-2017 гг

Несмотря на стабильное снижение накопления мышьяка водорослями из бух. Киевка с 2011 по 2014 гг, в 2017 отмечен резкий скачок уровня этого элемента (25,9 мг/кг). Концентрация свинца достигала максимума в 2014 г (1,8 мг/кг), а в 2017 г его содержание снизилось в 60 раз и составило 0,02 мг/кг, что на порядок ниже установленного уровня. Отмечена обратно пропорциональная зависимость между накоплением мышьяка и свинца в сахарине японской из бухты Киевка в период 2010-2017 гг (рис. 2).

В сахарине японской, добытой в бух. Соколовская в период 2012-2017 гг, динамика накопления мышьяка и свинца носила волнообразный характер. В 2012 и 2014 гг наблюдалось минимальное количество мышьяка (4,1 мг/кг), максимальное - свинца (1,8 мг/кг), к 2016 г содержание мышьяка в водорослях возросло до 7,2 мг/кг, а свинца, наоборот, снизилось до 0,03 мг/кг. В 2017 г произошло снижение накопления водорослями мышьяка и кадмия. Однако количество свинца в водорослях увеличилось в 20 раз.

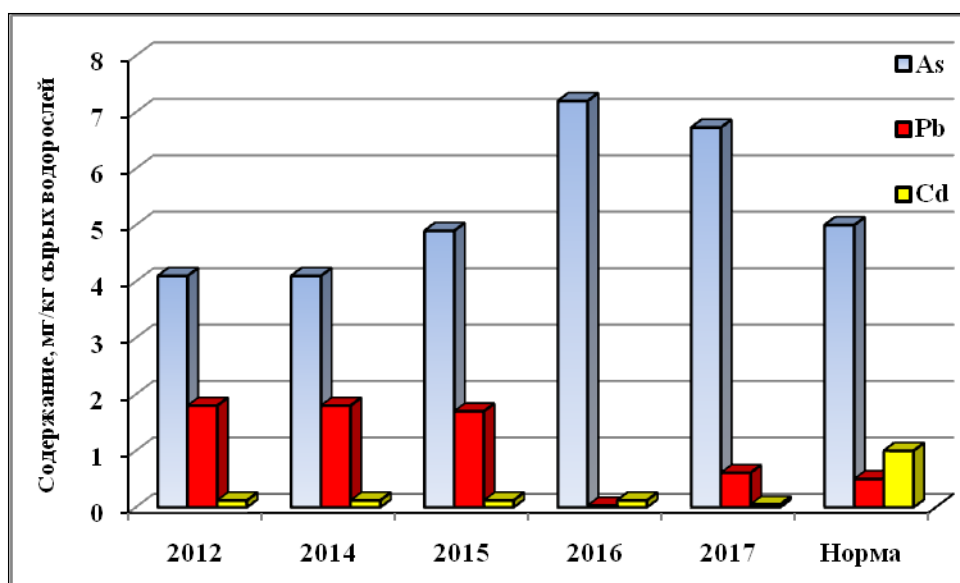


Рис. 3 Динамика содержания токсичных элементов в сахарине японской из бух. Соколовская в 2012-2017 гг

На основании полученных данных выявлена взаимосвязь между содержанием мышьяка и свинца в водорослях из бух. Соколовская, аналогичная для сахарины из бух. Киевка.

Мыс Чёрная скала расположен в северо-восточной части Приморского края. Исследования показали, что количество свинца в сахарине японской из этой акватории с 2013 по 2017 гг находилось в пределах нормы. Содержание мышьяка превышало ПДУ в исследованный период времени, но имело устойчивую тенденцию к снижению с 13,6 мг/кг до 5,7 мг/кг. Такая же закономерность наблюдалась в отношении свинца, концентрация которого в водорослях снизилась в 6 раз (рис. 4).

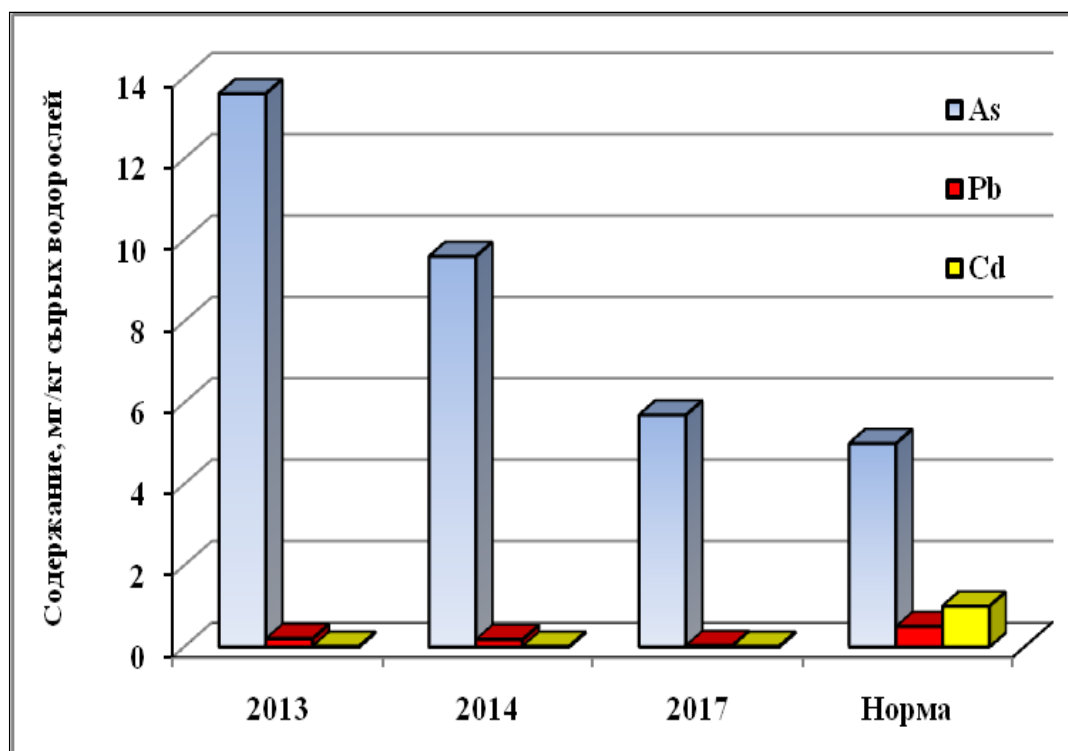


Рис. 4 Динамика содержания токсичных элементов в сахарине японской из акватории м. Чёрная скала в 2013-2017 гг

Посёлок Пригородное расположен на юге о. Сахалин на побережье залива Анива, вблизи производственного газового комплекса «Пригородное» по производству сжиженного газа и терминала отгрузки нефти.

Исследования, проводимые с 2010 по 2017 гг показали, что уровень концентрации мышьяка макрофитами достаточно высок и превышал предельную норму 1,5-1,8 раз. Колебания по его содержанию наблюдаются в водорослях с максимумом в 2010 и 2015 гг и минимумом в 2012 и 2017 гг (рис. 5).

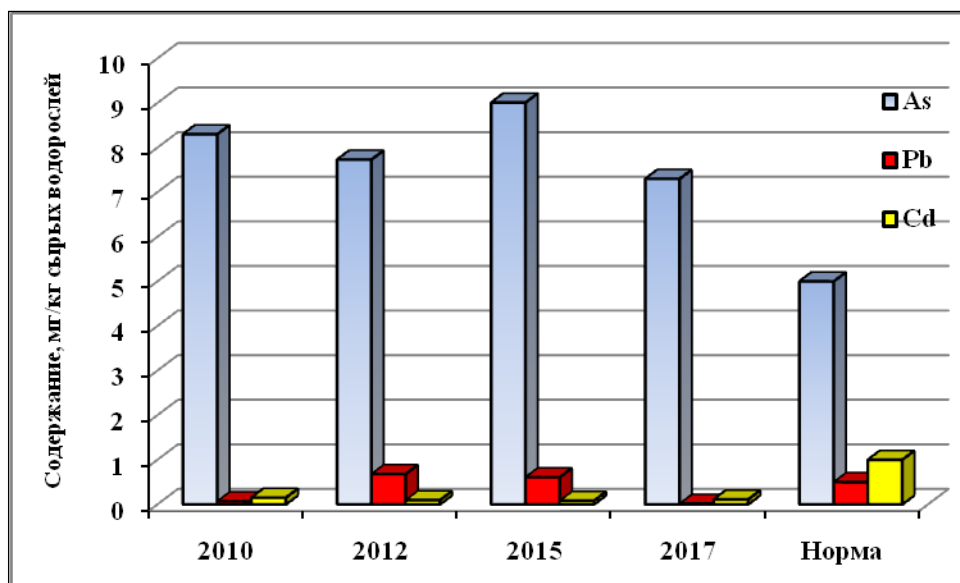


Рис. 5 Динамика содержания токсичных элементов в сахарине японской из акватории пос. Пригородное в 2010-2017 гг

Наибольшее концентрирование свинца сахаринной происходило в 2012 и 2015 гг, что превышало допустимую норму на 36 и 22 %, соответственно. Минимальное количество свинца водоросли накапливали в 2017 г, что в 31 раз меньше ПДУ.

Уровень кадмия в сахарине японской во всех исследованных акваториях за период 2010-2017гг был на один-два порядка ниже установленной ТР ТС 021/2011 нормы.

Заключение

На основании проведённых мониторинговых исследований установлено, что динамика накопления мышьяка, свинца и кадмия в сахарине японской зависит от района произрастания водорослей.

В период с 2010 по 2017 гг наблюдается волнообразный характер накопления мышьяка и свинца в исследуемых районах, за исключением акватории около м. Чёрная скала. В этом районе обнаружена тенденция к снижению уровня мышьяка и свинца в сахарине японской, что косвенно свидетельствует о снижении антропогенной нагрузки в данном районе.

Отмечена обратно пропорциональная зависимость между накоплением мышьяка и свинца в сахарине японской из бухты Киевка и бух. Соколовская в период 2010-2017 гг.

Содержание мышьяка в 2017 г превышало установленную ТР ТС 021/2011 норму в сахарине японской из всех исследуемых районов. Однако высокая концентрация мышьяка в морских водорослях не может быть индикатором загрязнения окружающей среды. В связи с особенностями метаболизма морских организмов в них накапливаются органические соединения данного элемента независимо от концентрации мышьяка в морской среде.

Концентрация кадмия в сахарине японской из всех исследованных районов в период 2010-2017 гг находилась в пределах установленной ТР ТС 021/2011 нормы.

Таким образом, результаты проведенных исследований свидетельствуют о достаточно благополучном состоянии исследованных бухт в 2017 г, за исключением бух. Соколовская по содержанию свинца в водорослях.

Исследования выполнены по Государственному заданию № 076-00063-17-001 «Осуществление государственного мониторинга водных биологических ресурсов во внутренних водах, в территориальном море Российской Федерации, на континенталь-

ном шельфе Российской Федерации и в исключительной экономической зоне Российской Федерации, в Азовском и Каспийском морях».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Характеристика промысловых запасов ламинарии японской в заливе Анива (Охотское море) / Н.М. Амина, Т.И. Вишневская, Д.А. Галанин, А.Р. Репникова, О.Н. Гурулёва // Известия ТИНРО. 2014. Т. 178. С.116-123.
2. Оценка состояния безопасности бурых водорослей прибрежных вод Дальнего Востока / Т.И. Вишневская, И.А. Кадникова, Е.Л. Конева, О.Н. Гурулева, Н.М. Амина // Изв. Самар. научного Центра РАН. 2013. Т.15. №3 (6). С. 1741–1745.
3. Чернова А.С. Концентрации загрязняющих веществ в заливе Петра Великого (Японское море) в 2004 – 2008 гг. / Чернова А.С., Лишавская Т.С., Севастьянов А.В. // Известия ТИНРО. 2011. Т. 164. С. 330-339.
4. Березовская В.А. Устойчивость водорослей-макрофитов прибрежных вод Камчатки к антропогенному загрязнению// Рыбное хозяйство. 2005. № 1. С. 54-56.
5. Метод комплексной оценки диапазона экологической и возрастной изменчивости систематических признаков у водорослей-макрофитов / А.А. Калугина-Гутник // Тез. докл. III Всесоюз. совещ. по морской альгологии-макрофитобентосу, (г. Севастополь, окт. 1979). «Наукова думка». г. Киев, 1979. С. 138-140.
6. Seeliger U., Edwards P. Correlation coefficients and concentration factors of copper and lead sea water and benthic algae. Mar. Pollut. Bull., V. 8, 16. 1977.
7. Христофорова Н.К., Гамаюнова О.А., Афанасьев А.П. Состояние бухт Козьмина и Врангеля (залив Петра Великого, Японское море): динамика загрязнения тяжёлыми металлами // Известия ТИНРО, Т.180. 2015. С. 179-186.
8. Бурые водоросли-макрофиты как аккумулирующие организмы-индикаторы загрязнения морских вод тяжёлыми металлами / Н.К. Христофорова, А.Д. Кобзарь // Всерос. науч. конф. с междунар. участием, посвящ. 125-летию проф. В.А. Водяницкого. г. Севастополь, 2018. С. 279-285.
9. Методические рекомендации по подготовке объектов внешней среды и рыбной продукции к атомно-абсорбционному определению токсичных металлов / Л.Т. Ковековдова, Л.Н. Лучшева. Владивосток: Изд-во ТИНРО-Центр, 1987. – 23 с.

MONITORING OF THE TOXIC ELEMENTS CONTENT IN SACCHARINA JAPONICA FROM THE JAPAN SEA AND THE OKHOTSK SEA

Vishnevskaya Tatyana Ivanovna, Ph.D., Senior Staff Scientist
Kadnikova Irina Arnoldovna, Ph.D., Leading Scientist
Aminina Natalia Mikhailovna, Ph.D., Head of Lab.
Zhuravleva Olga Viktorovna, Leading engineer
Yepur Natalia Viktorovna, Engineer, graduate
Rogov Alexander Maksimovich, Junior Researcher

TINRO-CENTER «Pacific Scientific and Research Fisheries Center»,
Vladivostok, Russia, e-mail: tatyana.vishnevskaya@tinro-center.ru

Monitoring researches of the arsenic, lead and cadmium contents in Saccharina japonica from the Far Eastern coastal waters were carried out for the period 2010- 2017. Revealed that the toxic elements accumulation dynamics in Saccharina japonica depends on the

area of algae growth. The results of studies in 2017 indicate a fairly favorable condition of the investigated bays with the exception of the Sokolovskaya Bay where the algae lead content is exceeded.

УДК 681.51

ПРОБЛЕМЫ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ПРЕДПРИЯТИЯМИ ПО ПРОИЗВОДСТВУ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ В КАЛИНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ

Иванова Кристина Вячеславовна, студентка группы 17-ЭП/м
Лукьянова Людмила Михайловна, д-р техн. наук, академик Международной академии информатизации, профессор кафедры системы управления и вычислительной техники

ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет»,
Калининград, Россия, e-mail: fssf55@yandex.ru, llm_llm@mail.ru

Обсуждаются проблемы загрязнения окружающей среды предприятиями Калининградской области по производству строительных материалов и намечаются цели для их преодоления. Приводятся результаты выявления и анализа проблем и целей с использованием традиционных экспертных и формализованных методов их структурирования, обеспечивающих логическую корректность и полноту целей

Введение

Строительная индустрия потребляет большие объемы разнообразного сырья, включающего полезные ископаемые, и стройматериалы, добыча и производство которых оказывают мощное воздействие на окружающую среду. Подобное воздействие характерно и для эксплуатируемых объектов строительства [1–7].

Потребительские отношения руководителей производственных и добывающих предприятий строительной индустрии к природе, выражающееся в большом и не всегда осваиваемом объеме отходов производства стройматериалов (строительная отрасль занимает 4-5-е место среди отраслей Калининградского региона), негативном воздействии на атмосферный воздух, рельефы, гидрогеологические условия территорий месторождений полезных ископаемых, повлекли ухудшение и непредсказуемость состояний окружающей среды. Сложившаяся проблемная ситуация требует системного анализа.

В статье приводятся результаты важнейших начальных этапов системного анализа указанной ситуации – этапов анализа проблем и целей как логического основания для синтеза системы, способной решить существующие проблемы или, во всяком случае, снизить их остроту. Для объективирования указанных результатов, традиционно получаемых с помощью экспертных (изначально субъективных) методов [8], нами использованы формализованные методы [9], разработанные одним из авторов статьи и предупреждающие возможные логические просчеты экспертов.

1. Анализ проблем загрязнения окружающей среды предприятиями по производству строительных материалов

Слабая структурированность проблемной ситуации, сложившейся в строительной индустрии Калининградской области и окружающей среде, потребовали анализа проблем, осуществленного по следующей схеме [10]:

*выявление и предварительный анализ проблем →
формирование каузативной структуры проблем →
определение главной проблемы и формирование структуры проблем.*

1.1. Выявление и предварительный анализ проблем

Выявление проблем загрязнения окружающей среды осуществлено методом интервьюирования экспертов. Формулировки проблем приведены в графе 2 табл. 1.

Таблица 1

Результаты предварительного анализа проблем

№ проблемы	Формулировка проблемы	Замечания системного аналитика
1	2	3
1	Большое (более 8% от объема всех загрязнителей) загрязнение окружающей среды предприятиями стройиндустрии	Аспект проблемы: экологический (производство). Перекрещена с проблемой №8
2	Не организовано вторичное использование отходов производства строительных материалов в данном производстве	Аспект проблемы: управленческий (производство). Перекрещена с проблемой №3
3	Большой объем отходов, реализуемых сторонним организациям	Аспект проблемы: управленческий (производство, реализация). Перекрещена с проблемой №2
4	Большое (более 20 % в общей структуре затрат) потребление топлива и энергии в производстве строительных материалов	Аспекты проблемы: производственный, экономический
5	Высокая разнородность сырья	Аспект проблемы: производственный
6	Превышение нормативов выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух	Аспект проблемы: экологический (производство)
7	Значительное негативное воздействие на окружающую среду при разработке месторождений открытым способом. Примечание: около 90 % российских открытых разработок связано с добычей сырья для строительной отрасли	Аспект проблемы: экологический (добыча). Перекрещена с проблемами 8, 9
8	Негативное влияние на атмосферный воздух (превышение в 1,5–5 раз запыленности) при разработке месторождений полезных ископаемых	Аспект проблемы: Экологический (добыча). Перекрещена с проблемой №7
9	Изменение рельефа и гидрогеологических условий территории месторождений полезных ископаемых	Аспект проблемы: экологический (природа). Перекрещена с проблемой №7

Предварительный анализ проблем, направленный на выявление их дублирования/перекрещивания, снижение сложности и повышение определенности, способствует правильной систематизации проблем и системно-аналитическому исследованию проблемной ситуации.

1.2. Формирование каузативной структуры проблем

По результатам предварительного анализа сформирован каталог проблем, выявлены связи обусловленности (каузативные связи) между ними, для подтверждения/корректировки которых проведено дополнительное анкетирование экспертов (табл. 2).

Таблица 2

Каталог проблем

Обозначение проблемы	№ п/п в табл. 1	Формулировка проблемы	№ проблем-«следствий»
1	2	3	4
1.Эл	1,8	Большое загрязнение окружающей среды предприятиями стройиндустрии – более 8% от общего объема загрязнений, включающего запыленность при разработке месторождений, в 1,5–5 раз превышающую нормативную	Проблемы здравоохранения
2.П	1, 8	Предприятия стройиндустрии производят более 8% загрязнений окружающей среды (от объема всех загрязнителей), включая запыление атмосферного воздуха при разработке месторождений в 1,5–5 раз превышающую нормативную	3.У, 5.У, 6.П, 11.Эл, 13.Эл
3.У	2	Не организовано вторичное использование отходов производства строительных материалов в данном производстве	4.Э, 5.У, 6.П
4.Эл	2	Большой объем отходов при производстве строительных материалов	1.Эл
5.У	3	Большой объем отходов, реализуемых сторонним организациям	–
6.П	3	Большой объем отходов при производстве строительных материалов из-за неиспользования малоотходных и безотходных технологий	2.П
7.Эм	4	Значительные затраты (более 20 % в общей структуре затрат) на топливо и энергию, потребляемые при производстве строительных материалов	12.П
8.П	4	Большое потребление топлива и энергии при производстве строительных материалов	7.Эм
9.П	5	Высокая разнородность сырья при производстве строительных материалов	7.Эм, 8.П, 13.Эл
10.П	6	Превышение нормативов выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух	2.П
11.Э	6	Превышение нормативов выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух	1.Эл
12.П	7	Разработка месторождений открытым способом оказывает значительное негативное воздействие на окружающую среду	2.П, 1.Эл, 13.Эл
13.Эл	7	Значительные негативные изменения окружающей среды при открытых способах разработки месторождений	15.Эл, 16.Эл
14.П	8	Разработка месторождений полезных ископаемых повышает запыленность атмосферного воздуха в 1,5–5 раз	15.Эл
15.Эл	8	Негативное влияние на атмосферный воздух разработки месторождений полезных ископаемых – повышенная в 1,5–5 раз его запыленность	13.Эл

Обозначение проблемы	№ п/п в табл. 1	Формулировка проблемы	№ проблем-«следствий»
16.Эл	9	Изменение рельефа и гидрогеологических условий территории месторождений полезных ископаемых	13.Эл

Упрощенная каузативная структура данных проблем, построенная по выявленным между ними связям обусловленности проблем негативных воздействий строительной индустрии на окружающую среду, проиллюстрирована на рис. 1.

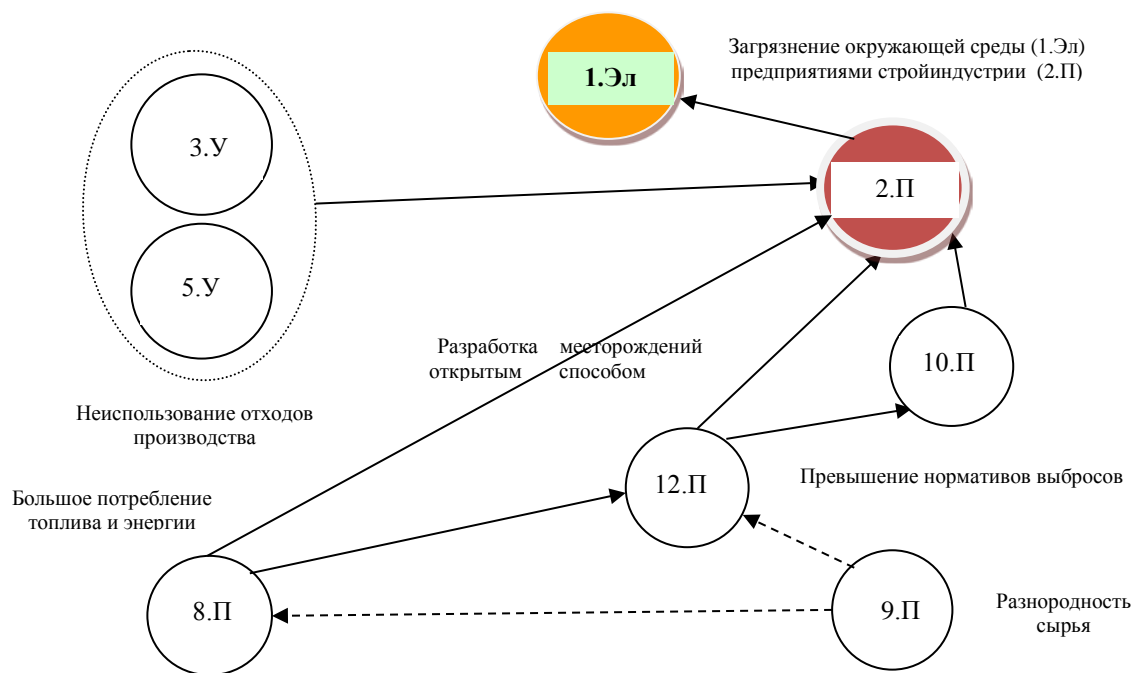


Рис. 2. Упрощенная каузативная структура проблем

1.3. Определение главной проблемы и формирование структуры проблем

Определение главной проблемы осуществлено двумя методами с последующим сравнением результатов, полученных при их использовании. Основа системно-аналитического метода – построенная системным аналитиком каузативная структура (см. п. 1.2) и правило выбора в ней определенного элемента (обычно стока). Основа экспертно-оценочного метода – построенная с помощью экспертного коллектива последовательность проблем (по их значимости) и правило выбора в ней определенного элемента (обычно первого).

В качестве главной проблемы системно-аналитическим методом определена проблема №1, точнее, 1.Эл (единственный сток в каузативной структуре проблем).

Выбор главной проблемы экспертно-оценочным методом осуществлялся следующим образом. Из выявленных методом интервьюирования экспертов проблем (см. табл. 1) дальнейшим использованием метода их ранжирования по оценкам проблем, полученным методом анкетирования экспертов, была построена последовательность проблем с последующим оцениванием степени согласованности мнений экспертов с помощью коэффициента конкордации Кэндэла и подтверждения его статистической значимости на основе χ^2 - критерия Пирсона. В качестве главной проблемы выбирается первый элемент данной последовательности, имеющий наименьший ранг.

Результаты анкетного опроса экспертов, подбираемых с учетом уровня их компетентности, представлены в табл. 3.

Таблица 3

Матрица рангов

Номер проблемы, <i>j</i>	Номер эксперта, <i>i</i>				
	1	2	3	4	5
1	1	2	2	1	1
2	2	2	2	2	3
3	3	4	3	3	3
4	5	5	4	4	4
5	5	6	4	5	5
6	3	3	5	3	2
7	4	3	6	5	4
8	2	1	1	2	2
9	4	4	3	4	5

Поскольку в результате ранжирования были получены «связанные ранги» (так, первый эксперт присвоил одинаковые ранги $d_{41}=d_{51}=5$ четвертой и пятой проблемам), потребовалась их стандартизация, результаты которой представлены в табл. 4.

Таблица 4

Матрица стандартизированных рангов

Номер проблемы, <i>j</i>	Номер эксперта, <i>i</i>					S_j	β_j	β_j^2
	1	2	3	4	5			
1	1,0	2,5	2,5	1,0	1,0	8,0	42,0	1764
2	2,5	2,5	2,5	2,5	4,5	14,5	35,5	1260,25
3	4,5	6,5	4,5	4,5	4,5	24,5	25,5	650,25
4	8,5	8,0	6,5	6,5	6,5	36,0	14,0	196
5	8,5	9,0	6,5	8,5	8,5	41,0	9,0	81
6	4,5	4,5	8,0	4,5	2,5	24,0	26,0	676
7	6,5	4,5	9,0	8,5	6,5	35,0	15,0	225
8	2,5	1,0	1,0	2,5	2,5	9,5	40,5	1640,25
9	6,5	6,5	4,5	6,5	8,5	32,5	17,5	306,25
Всего	45	45	45	45	45	225	-	6799

При составлении матрицы стандартизированных рангов выполнены условия:

$$S_i = \sum_{j=1}^n d'_{ji} = n(n+1)/2, \quad S_j = \sum_{i=1}^m d'_{ji}, \quad (1)$$

где d'_{ji} – стандартизированный ранг j -й проблемы, назначенный i -м экспертом, $i=1(1)m$, $j=1(1)n$, m – число экспертов, n – число проблем.

Далее были определены отклонения β_j суммарных S_j -х рангов i -х экспертов от среднего суммарного ранга всех проблем S ($\beta_j = S - S_j$), который вычислен по формуле (2)

$$S = (\sum_{j=1}^n S_j) / n, \quad S = 50, \quad (2)$$

и квадраты отклонений β_j^2 (см. табл. 4).

В табл. 5 приведены места проблем по их значимости.

Таблица 5

Место проблемы по ее значимости

Место проблемы по значимости	№ проблемы в табл. 1	S_j
1	1	8,0
2	8	9,5
3	2	14,5
4	6	24,0
5	3	24,5
6	9	32,5
7	7	35,0
8	4	36,0
9	5	41,0

Для вычисления коэффициента конкордации K потребовались, дополнительно к ранее рассчитанным, следующие данные: Q_i – количество групп одинаковых рангов, назначенных i -м экспертом; t_{ji} – число одинаковых рангов j -й группы (табл. 6).

Таблица 6

Расчеты для оценки коэффициента конкордации Кэндела и χ^2 -критерия Пирсона

Показатель	Номер эксперта, i				
	1	2	3	4	5
Q_i	1	2	3	4	5
t_{1i}	2	2	2	2	2
t_{2i}	2	2	2	2	2
t_{3i}	2	2	2	2	2
t_{4i}	2			2	2
$\sum(t_{j3} - t_{ji})$	24	18	18	24	24

$$K = \frac{12S}{m^2(n^3 - n) - m \sum_{i=1}^m (t_{ji}^3 - t_{ji})}, \quad \text{где } S \text{ – расчетная величина, } S = \sum_{j=1}^n \beta_j^2, \quad (3)$$

$$K = (12 \cdot 6799) / (25 \cdot 720 - 5 \cdot 108) = 4,673.$$

Оценим статистическую значимость коэффициента конкордации с вероятностью, большей чем 0,95. Для этого рассчитаем χ^2 -критерий Пирсона:

$$\chi_{\text{расчетный}}^2 = \frac{12S}{m(n+1) - [\sum_{i=1}^m (t_{ji}^3 - t_{ji})] / (n-1)}, \quad \chi_{\text{расчетный}}^2 = 36,48. \quad (4)$$

Согласно математико-статистическим таблицам при заданном уровне значимости (0,05) и известному числу степеней свободы (8)

$$\chi_{\text{табличный}}^2 = 16,92.$$

Выполнимость соотношения $\chi_{\text{расчетный}}^2 > \chi_{\text{табличный}}^2$ подтверждает случайный характер согласованности мнений экспертов по значимости проблем (см. табл. 5).

Исходя из результатов, полученных экспертно-оценочным методом, в качестве главной определена проблема №1.

Итак, оба использованных метода дали совместимые результаты, что повышает уверенность в правильном выборе главной проблемы в следующей формулировке:

значительное негативное воздействие на окружающую среду предприятий Калининградского региона по производству строительных материалов при использовании ими традиционных «многоотходных» технологий и по добыче разнообразных полезных ископаемых как видов сырья для указанных производств.

Формирование структуры проблем проведено с использованием метода логико-лингвистического моделирования [9] и проблем, выявленных экспертным коллективом. Схема стратификации 16 проблем из каталога (см. табл. 2) приведена на рис. 2, а упрощенная структура проблем проиллюстрирована на рис. 3.

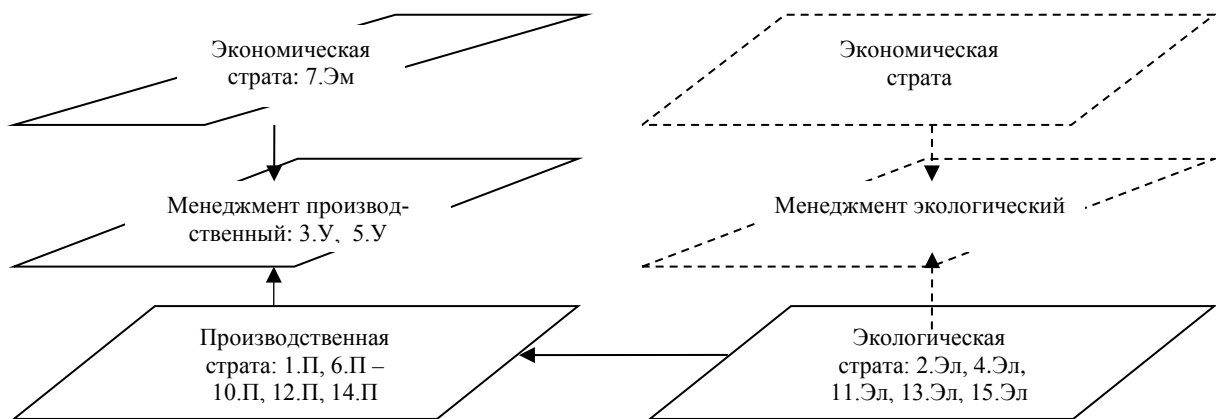


Рис. 2. Схема стратификации проблем

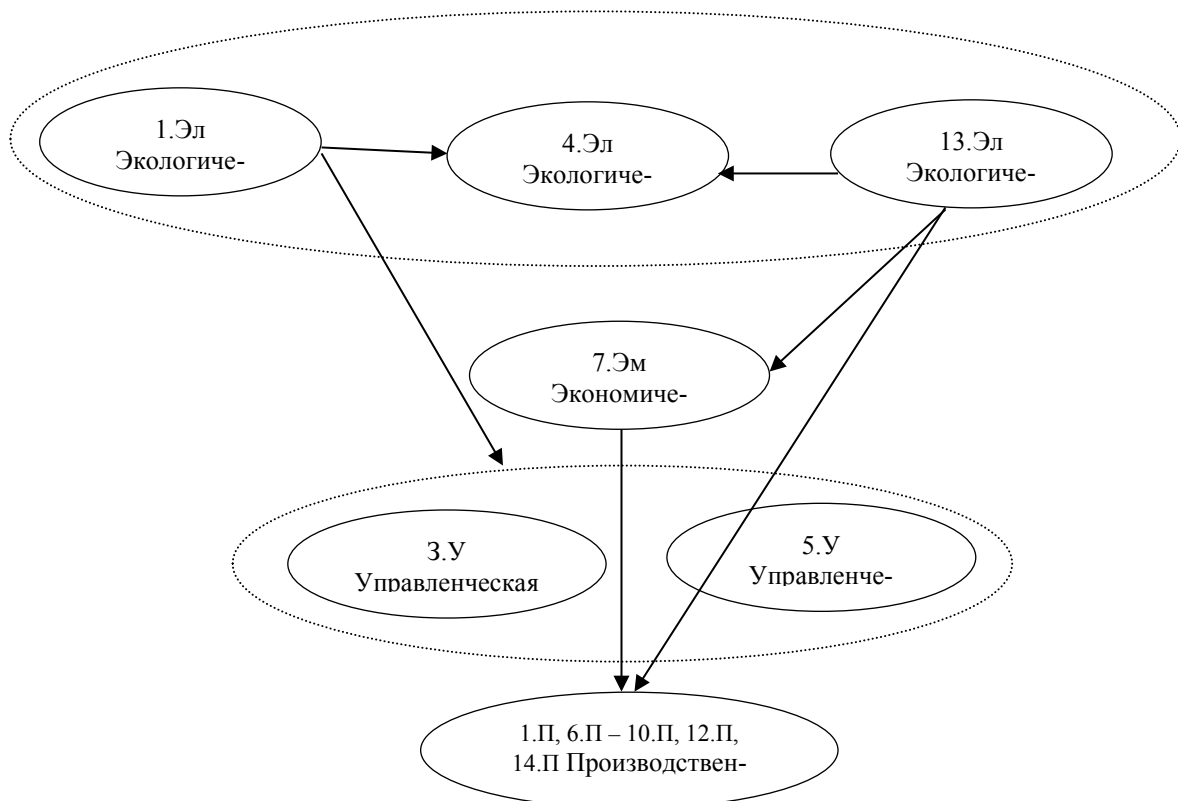


Рис. 2. Упрощенная структура проблем строительной индустрии

2. Анализ целей для решения проблем загрязнения окружающей среды предприятиями по производству строительных материалов

Поскольку все проблемы в СП, сформированной в результате анализа проблем, явно отражают недостатки упомянутых в них объектов, анализ целей осуществлен по схеме СЦ-2 [10]:

формирование структуры целей по структуре проблем.

Главная цель структуры целей имеет следующую формулировку:

снизить до допустимого уровня негативное воздействие на окружающую среду предприятий Калининградского региона по производству строительных материалов и добыче разнообразных полезных ископаемых как видов сырья для указанных производств путем использования соответственно малоотходных/безотходных технологий (вторичного использования отходов) и изменения способа (открытой) разработки месторождений.

Формулировки целей, полученных методом отрицания формулировок соответствующих проблем (см. табл. 1), приведены в табл. 7.

Таблица 7

Формулировки целей в структуре целей

№ цели	Формулировка цели
1	2
1	Снизить до допустимого уровня негативное воздействие на окружающую среду предприятий Калининградского региона по производству строительных материалов и добыче полезных ископаемых путем вторичного использования отходов и изменения (открытых) способов разработки месторождений
2	Организовать вторичное использование отходов в технологии производства строительных материалов
3	Обеспечить реализацию отходов сторонним организациям
4	Снизить потребление топлива и энергии в производстве строительных материалов
5	Разработать/внедрить малоотходные/безотходные технологии производства строительных материалов
6	Соблюдать нормативы выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух при производстве строительных материалов
7	Разработать собственные месторождения полезных ископаемых, снизив воздействия на окружающую среду
8	Снизить негативное влияние на атмосферный воздух при разработке месторождений полезных ископаемых
9	Восстановить рельеф и гидрогеологические условия на территории месторождений полезных ископаемых

Заключение

Результаты анализа проблем загрязнения окружающей среды предприятиями Калининградской области по производству строительных материалов и соответствующих целей позволили выработать ряд общих рекомендаций по снижению их негативных воздействий на окружающую среду за счет:

- внедрения экологического менеджмента или, по меньшей мере, его элементов в структуру управления предприятиями стройиндустрии, в том числе, для контроля соблюдения законодательства Российской Федерации и стандартов в области охраны окружающей среды при производстве строительных материалов;
- ужесточения ответственности за несоблюдение нормативов по допустимым воздействиям на окружающую среду;

- разработки и внедрения малоотходных/безотходных производственных технологий;
- исключения открытой разработки месторождений полезных ископаемых в Калининградской области;
- рассмотрения возможностей передачи отходов с предприятий малой производственной мощности на предприятия бóльшей мощности и/или создания на базе наиболее мощных предприятий специального предприятия по переработке отходов;
- организации мероприятий по защите окружающей среды при разработке месторождений полезных ископаемых, в том числе с целью предотвращения выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух.

Для решения проблемы реализации строительных отходов сторонним организациям необходима поддержка Министерства природных ресурсов и экологии в лице Департамента окружающей среды и экологического надзора Калининградской области.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Стратегия развития промышленности строительных материалов на период до 2020 года и дальнейшую перспективу до 2030 года: распоряжение Правительства Российской Федерации от 10.05.2016 № 868-р. год // Электрон. дан. Режим доступа URL: <http://government.ru/media/files/RnBfAw072e3tmmykU2lrh1LI1HaHeG0q.pdf> (дата обращения 07.02.2018).
2. Федяева О.А. Промышленная экология: Конспект лекций: учеб. пособие. Омск: ОмГТУ, 2007. 145 с.
3. Конюхов А.В. Основы строительной экологии: учеб. пособие / А.В. Конюхов, В.В. Коптяев. Архангельск: АГТУ, 2005. 65 с.
4. Попов Л.Н. Строительные материалы и изделия: учебник / Л.Н. Попов, Н.Л. Попов. ОАО «ЦПП», 2008. 348 с.
5. Брюхань Ф.Ф. Промышленная экология: учебник / Ф.Ф. Брюхань, М.В. Графкина, Е.Е. Сдобнякова. М.: Форум, 2011. 207 с.
6. Юхневский П.И. Строительные материалы и изделия: учеб. пособие / П.И. Юхневский, Г.Т. Широкий. Минск: УП «Технопринт», 2004. 480 с.
7. Айрапетов Г.А. Строительные материалы: учеб. пособие / Г.А. Айрапетов, О.К. Безродный, А.Л. Жолобов. Ростов н/Д: Феникс, 2005. 608 с.
8. Теория систем и системный анализ в управлении организациями: Справочник: учебное пособие / Под ред. В.Н. Волковой и А.А. Емельянова. М.: Финансы и статистика, 2006. 848 с.
9. Лукьянова Л.М. Методология автоматизированного формирования систем целей в производственной сфере: монография. Калининград: ФГБОУ ВО «КГТУ», 2016. 405 с.
10. Лукьянова Л.М. Интеллектуальная технология автоматизированного формирования целей систем производственной сферы / Балтийский экономический журнал. №1(21), 2018. С. 100–108.

THE PROBLEMS OF ENVIRONMENTAL POLLUTION BY KALININGRAD ENTERPRISES ON THE PRODUCTION OF CONSTRUCTION MATERIALS AND THE WAYS OF THEIR DECISION

Ivanova Kristina V., student

Lukyanova Lyudmila M., doctor of technical science, the active member of International academy of informatization

Kaliningrad State Technical University, Kaliningrad, Russia,
e-mail: fssf55@yandex.ru, llm_llm@mail.ru

The problems of environmental pollution by the Kaliningrad enterprises for the production of building materials are discussed and goals are set for overcoming these problems. The results of analyzing problems and goals using traditional expert and new formal methods for structuring them, that providing logical correctness and completeness of goals, are presented.

УДК 504.3.054 (470.26)(06)

ВКЛАД ГОРОДСКИХ АВТОБУСОВ В ЗАГРЯЗНЕНИЕ ВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ КАЛИНИНГРАДА И ОБОСНОВАНИЕ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ ИХ ПЕРЕВОДА НА ГАЗОМОТОРНОЕ ТОПЛИВО

Карпов Дмитрий Валерьевич, студент

Уманский Сергей Абрамович, доцент, канд. биол. наук

ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет»,
Калининград, Россия, e-mail: carпов.amerant@yandex.ru, umansky@klgtu.ru

Рассмотрены вопросы, связанные с влиянием общественных городских автобусов на загрязнение воздушной среды в Калининграде. Расчетами, выполненными на основе проведенных исследований установлено, что городскими автобусами в воздушную среду выбрасывается 506 т/год загрязняющих веществ. Для снижения выбросов предлагается перевести городские автобусы на газомоторное топливо, что позволит снизить суммарный выброс загрязняющих веществ на 35 %, а канцерогенных и токсичных веществ до 90 %

Обзор литературы

Загрязнение воздушной среды в городе – одна из острейших экологических проблем современного общества, так как этот вид загрязнения воздуха напрямую сказывается на здоровье жителей города. Анализ доступной научной литературы по проблемам загрязнения воздушной среды выбросами городского автотранспорта показывает, что с этими проблемами сталкиваются в различных регионах России. Исследованиями установлено, что основным источником загрязнения городской воздушной среды является автотранспорт, от которого поступает более 80% от всех выбросов загрязняющих веществ в современных городах [1]. С выхлопными газами в воздух попадают такие опасные вещества, как бенз(а)пирен - вещество 1 класса опасности, обладающее канцерогенными свойствами и способностью к биоаккумуляции в организме человека и формальдегид - вещество 2 класса опасности обладающее токсичными свойствами [2].

Так, например, в г. Улан-Удэ выбросы от автотранспорта занимают долю в 80% ежегодно увеличиваясь, с этим фактором тесно связана заболеваемость жителей города, темп прироста заболеваемости болезнями органов дыхания за последние 10 лет в период с 2003 по 2013 г. составил 26,5 % среди всего населения [1].

В целях снижения негативного воздействия транспорта на окружающую среду, предлагается комплексное решение проблемы, включающее, в том числе перевод общественного транспорта на газомоторное топливо, являющийся на сегодняшний момент времени наиболее эффективной и экономически выгодной мерой по снижению выбросов загрязняющих веществ [3]. Исследованиями МосгортрансНИИпроект установлена экологическая целесообразность перевода общественного транспорта на газомоторное топливо. В качестве объекта исследования был выбран 11-й автобусный парк г. Москвы на балансе которого числится 339 автобусов большого класса. Результаты проведенных исследований показали, что выбросы загрязняющих веществ снизятся в целом в 2,8 раза, а цена на билеты для граждан снизится за счет более дешевых цен на газомоторное топливо [4].

Анализ официальных источников информации о состоянии воздушной среды в городе Калининграде показывает, что более 80% загрязнений поступает от автотранспорта и тенденция носит устойчивый характер на протяжении ряда лет [5]. Среди мер, которые могли бы снизить уровень загрязнения воздушной среды выделяют как организационные (оптимизация транспортной сети), так и технические, направленные например на замену дизельного топлива на газомоторное.

В рамках, этой статьи рассмотрены вопросы, направленные на обоснование этого решения. Для этого в течение марта 2018 года были проведены исследования, суть которых заключалась в сборе и обобщении данных, необходимых для расчета выбросов загрязняющих веществ при различных режимах работы двигателей автобусов вовремя их движения по маршрутам (на средней скорости, на холостом ходу) в реальных условиях калининградской транспортной сети.

Актуальность выбранной темы обусловлена особым вниманием со стороны Правительства Российской Федерации к вопросам модернизации и обновлению парка транспортных средств, повышению уровня экологизации, в том числе через внедрение газомоторного топлива, а также наличием готовой инфраструктуры по производству и транспортировке газомоторного топлива в г. Калининграде и области, необходимой для осуществления перехода на новый вид топлива.

Материал и методика

Материалом исследования служили данные натурных наблюдений за режимами работы двигателей городских автобусов во время их движения по пяти маршрутам, которые в наибольшей степени отражают условия работы городского общественного транспорта Калининграда. В число учитываемых показателей, необходимых для расчета выбросов загрязняющих веществ, вошли такие показатели как: дистанция пути, км; средняя скорость, км/час; время работы двигателя при скорости равной 34 км/ч, мин; время работы двигателя в пробках, на светофорах и вынужденных остановках, мин; общее время в пути, мин; количество поездок в рабочий день. На каждом из пяти маршрутов проведено по три замера (в утренние и вечерние часы пиковые периоды и в середине рабочего дня) в трехкратной повторности.

Методической основой для расчетов была выбрана методика ГОСТ Р 56162 – 2014 «Выбросы загрязняющих веществ в атмосферу. Метод расчета выбросов от автотранспорта при проведении сводных расчетов для городских населенных пунктов», разработанная ОАО «НИИ Атмосфера» сертифицированная и утвержденная приказом

Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 14 октября 2014 г. № 1320-ст.

Выбросы загрязняющих веществ рассчитывались по формуле (1), как сумма выбросов работы двигателя в пробках на светофорах и на вынужденных остановках, т.е. работа двигателя на холостом ходу или при активном торможении или наборе скорости ($M_{П1}$) и выбросов (M_{L1}) при работе двигателя на скорости в 34 км/ч, являющейся средней равной скоростью движения автобусов на тех участках маршрута, где он движется без остановок и не стоит в пробках.

$$M = M_{П1} + M_{L1} \quad (1)$$

Выбросы i -го загрязняющего вещества при работе двигателя на средней скорости в 45 км/ч. рассчитывались по формуле (2):

$$M_{Li} = \frac{L}{1200} * M_{k,i}^L * V_{k,i} \quad (2)$$

Где $M_{k,i}^L$ – удельный пробеговый выброс i -го загрязняющего вещества г/км; $V_{k,i}$ – поправочный коэффициент учитывающий среднюю скорость движения.

Выбросы i -го загрязняющего вещества при работе двигателя на холостом ходу и при активном торможении и наборе скорости рассчитывались по формуле (3):

$$M_{Pi} = P * M_{Pi,k} \quad (3)$$

Где P - продолжительность работы на холостом ходу, а также активное торможение и набор скорости, минут; $M_{Pi,k}$ - удельный выброс i -го загрязняющего вещества г/мин, во время вынужденных остановок и при активном торможении и наборе скорости.

Обсуждение результатов

Обобщенные результаты проведенных натурных исследований представлены в таблице 1.

Таблица 1

Данные натурных наблюдений за режимами движения маршрутных автобусов

Номер маршрута	Дистанция пути, км	Средняя скорость, км/ч	Время работы двигателя при скорости 34 км/ч, мин.	Время работы двигателя в пробках на светофорах и на остановках, мин.	Общее время в пути, мин.	Количество поездок в рабочий день
10	17	17,9	30	27	57	18
18	16	20	21	27	48	18
19	25	15,5	49	48	97	12
27	12	12,2	24	35	59	18
49	17	15,2	32	35	67	16
Среднее	17,4	16,16	31	34	66	16

Из этих данных следует, что средняя дистанция пути для автобусов на калининградских городских маршрутах составляет 17,4 км, средняя скорость движения не превышает 16,2 км/час, время движения автобуса, время его простоя в пробках и на остановках составляют 31 и 34 мин, соответственно. Общее время в пути – 66 минут, а за рабочий день автобус совершает в среднем 16 поездок.

Представленные в таблице 1 данные легли в основу расчетов выбросов загрязняющих веществ в атмосферу. Учитывались следующие основные загрязняющие вещества: оксид углерода, диоксид азота, углеводороды, сажа, диоксид серы, формальдегид, бенз(а)пирен и численность подвижного состава автобусного парка Калининграда (286 автобусов). Результаты представлены в таблице 2.

Таблица 2

Среднегодовые выбросы загрязняющих веществ от городских автобусов

Вещество	Класс опасности	т/год
Оксид углерода	IV	208,14
Диоксид азота	II	131,1
Углеводороды	III	123,09
Сажа	III	41,68
Диоксид серы	III	1,66
Формальдегид	II	0,61
Бенз(а)пирен	I	0,000082
Суммарный выброс		506,28

Используя данные полученные из таблицы 2 по суммарным выбросам, можно найти долю вклада автобусов в выбросах загрязняющих веществ и сравнить его с другими источниками, для этой цели был построен график, показывающий доли выбросы различных источников и объем перевозок пассажиров автотранспортом см. Рисунок 1.

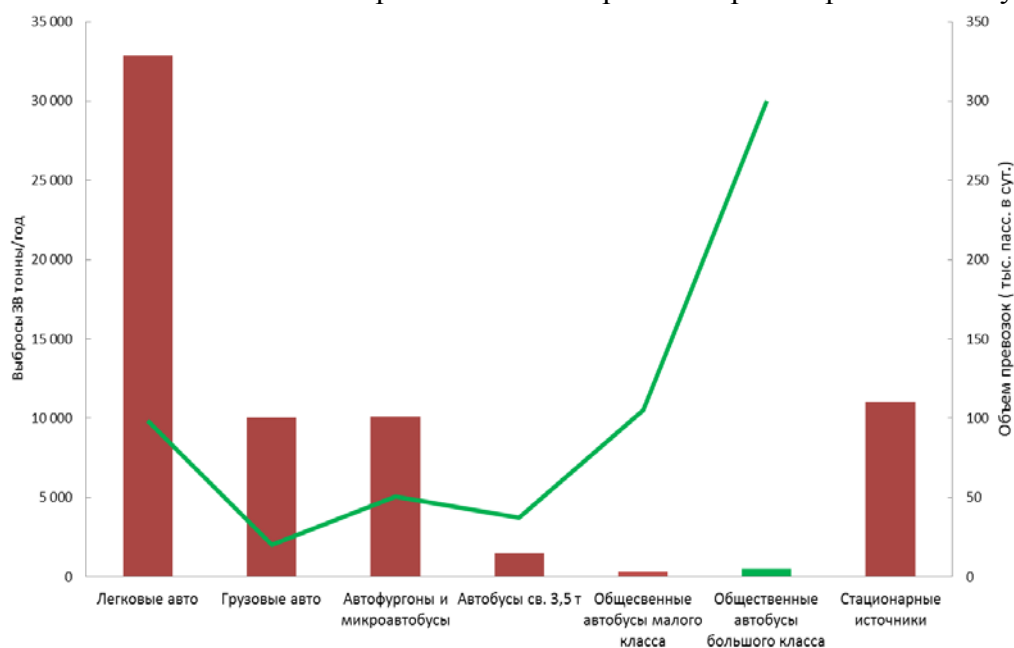


Рис. 1. Вклад различных источников выбросов загрязняющих веществ в воздушную среду г. Калининграда

Видно, что основная доля выбросов загрязняющих веществ приходится на легковой автотранспорт – 49,5%, сравнительно равные доли в выбросах занимают

такие категории автотранспорта, как грузовые автомобили и микроавтобусы по 15% каждая, а также стационарные источники – 16,7%, оставшуюся долю занимают частные автобусы большого класса 2,2% соответственно, а также общественные маршрутные такси малого класса – 0,5% и общественные автобусы большого класса - 0,8%. В то время как доминирующим источником выбросов является личный легковой автотранспорт, основным же транспортом выполняющим львиную долю пассажироперевозок, а это около 50%, являются общественные автобусы большого класса. На Рисунке 1 отчетливо прослеживается интересная особенность. Вклад городского общественного транспорта в загрязнение воздушной среды города составляет не более 1% от выброса всеми видами автомобильного транспорта, в то же время автобусами ежедневно перевозится 300 тыс. пассажиров, что составляет 50% общего пассажиропотока. Эти данные свидетельствуют о том, что этот вид городского транспорта представляет собой основу транспортной сети и нуждается в совершенствовании экологических параметров.

Нужно понимать, что сокращение выбросов загрязняющих веществ от автобусного парка города, это очень важная задача, которую необходимо решать уже сейчас. Главное место работы автобуса – это город, его центр и окраины, в которых проживают десятки тысяч горожан, на которых ежедневно сказываются негативные условия от работы автобусов, будь то вредные вещества обладающие канцерогенным действием на организм или будь то просто шум, или вибрация от многотонных машин.

Наиболее своевременным, доступным и экономически целесообразным решением этой проблемы, будет перевод автобусного парка на газомоторное топливо, а именно на компримированный природный газ (КПГ).

Преимущества такого перехода заключаются в следующем:

- Уменьшение количества выбросов ЗВ, в том числе уменьшение на 80-90% выбросов по токсичным и канцерогенным веществам [3];
- Простота внедрения перспективной системы по использованию газомоторного топлива в уже готовую организацию автобусного парка;
- Наличие действующего предприятия по производству газомоторного топлива с сетью заправочных станций;
- Сравнительная дешевизна газомоторного топлива по сравнению с дизельным топливом 13руб. и 44 руб, соответственно.

С целью обоснования мер такого перехода были проведены расчеты выбросов загрязняющих веществ по уже использовавшейся методике «Гост Р 56162-2014». Были рассчитаны выбросы загрязняющих веществ при использовании газомоторного топлива и проведено сравнение с выбросами от используемого на данный момент дизельного топлива, полученные данные приведены в сравнительной таблице 3.

Таблица 3

Сравнение выбросов загрязняющих веществ при использовании дизельного и газомоторного топлива

Вещество	Диз. топливо	Газомоторное топливо	Снижение выбросов, т/%
	т/год		
Оксид углерода	208,14	166,51	41,6 / 20
Диоксид азота	131,1	76,5	54,6 / 42
Углеводороды	123,09	86,1	36,9 / 30
Сажа	41,68	0	41,68 / 100
Диоксид серы	1,66	0,7	0,96 / 58

Вещество	Диз. топливо	Газомоторное топливо	Снижение выбросов, т/%
	т/год		
Формальдегид	0,61	0,04	0, 57 / 93
Бенз(а)пирен	0,000082	0,00001	0,000072 / 87
Суммарное количество, тонн/год	506,28	329,85	176,4 / 35

Исходя из полученных данных видно сокращение выбросов загрязняющих веществ, в особенности сажи на 100% и таких канцерогенных и токсичных веществ, как бенз(а)пирена на 87% и формальдегида на 93%. Такие вещества представляют особую опасность для жителей города.

Следует отметить, что на территории Калининградской области расположено предприятие по производству газомоторного топлива и соответствующая инфраструктура по доставке и заправке этим топливом, которые в полном объеме способна удовлетворить потребности. Комплекс по производству и отгрузке сжиженного и компримированного природного газа с годовой производительностью 21000 т. газа, располагается в Калининградской области, Гурьевском районе по адресу: пос. Большое Исаково. У компании в наличии также имеются передвижные газозаправочные станции.

Важную роль в проекте играют экономические факторы, которые самым непосредственным образом сказываются на целесообразности внедрения подобного проекта. Расчеты эколого-экономической эффективности перевода автобусного парка Калининграда на газомоторное топливо, данные представлены в таблице 4, выполненные по укрупненным показателям, достаточно убедительно свидетельствуют о целесообразности такого подхода в решении вопроса снижения уровня загрязнения воздушной среды в Калининграде.

Таблица 4

Оценочные экономические показатели

Вид автобусного парка	Выбросы, т/г.	Стоимость топлива млн. руб./год	Стоимость одного автобуса млн. руб.	Эксплуатационные затраты, млн. руб.	Окупаемость, лет
Автобусы на дизельном топливе	506	420	7,8	373	3
Автобусы на КПГ	329	137	10,9		3,2

Как видно из таблицы у автобусного парка работающего на газомоторном топливе, значительно снизились годовые расходы на топливо, в то время как возросла цена покупки самих автобусов, поэтому окупаемость автобусного парка на дизельном топливе более быстрая (не обязательно покупать новые автобусы, можно переоборудовать старые, а газомоторное топливо, в среднем это стоит около 300 тыс. руб для одной машины [4]) но здесь нужно учитывать, какие выгоды может принести автобусный парк работающий на газомоторном топливе, а это: значительное снижение выбросов загрязняющих веществ в том числе канцерогенных и токсичных веществ, снижение уровня шума, увеличение престижа городского общественного транспорта и тем самым уменьшение пользования личным автотранспортом, что позволит значительно разгрузить город.

Резюмируя всё вышесказанное можно сделать вывод, что снижение выбросов загрязняющих веществ – это в принципе решаемая задача уже сейчас, которая не требует огромных капитальных денежных затрат, а требует принципиального понимания данной проблемы, успешное решение которой способно радикально улучшить качество жизни горожан и обезопасить их здоровье, сделав воздух города более чистым.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Тумуреева Н. Н, Санжиева С. Е. Оценка влияния выбросов автотранспорта на качество атмосферного воздуха и здоровья населения г. Улан-Удэ // Вестник Бурятского государственного университета. Биология. География. 2015. № 4. С. 239 – 241.

2. Актуальность оценки риска влияния выбросов автотранспорта на здоровье населения городов Ростовской области / Айдинов Г. Т., Заиченко Т. А., Комарова Р. Ф. и др. // Современные проблемы гигиены города, методология и пути решения: материалы пленума, 21–22 дек. 2006 г. М., 2006. С. 18–22.

3. Грязнов М. Б. Применение газомоторного топлива в российской федерации: проблемы и перспективы // Вестник финансового университета. 2013. № 4. С. 21 – 31.

4. Андреева Л. А., Колчанов А. Г., Ермолаева Н. Н. Использование компримированного природного газа на примере 11-го автобусного парка г. Москвы. // Транспорт Российской Федерации 2013. № 4. С. 66 – 69.

5. Государственный доклад об экологической обстановке в Калининградской области в 2016 году // Электрон. дан. Режим доступа URL: <http://minprirody.gov39.ru/upload/iblock/09c/%D0%93%D0%94%202016.pdf> (дата обращения: 29.03.2018)

THE CONTRIBUTION OF BUSES TO AIR POLLUTION KALININGRAD AND THE RATIONALE FOR THEIR CONVERSION TO NATURAL GAS

Karpov Dmitrii Valerevich, student

Umansky Sergey Abramovich, associate Professor, candidate of biological Sciences

Kalininsrad State Technical University, Kaliningrad, Russia,

e-mail: carpov.amerant@yandex.ru, umansky@klgtu.ru

The article deals with the issues related to the influence of public buses on air pollution in the city of Kaliningrad. The calculations carried out on the basis of the conducted research have established that urban buses emit 506 t/year of pollutants into the air. To reduce emissions, it is proposed to transfer city buses to gas-engine fuel, which will reduce the total emission of pollutants by 35 %, and carcinogenic and toxic substances to 90 %.

НАМЫВ ЗАЩИТНОГО ПЛЯЖА ХВОСТОХРАНИЛИЩА ВСКРЫШНЫМИ ПОРОДАМИ ПРИМОРСКОГО КАРЬЕРА КАК МЕТОД ЗАЩИТЫ ЗАПАДНОГО ПОБЕРЕЖЬЯ КАЛИНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ ОТ ВОЛНОВОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ БАЛТИЙСКОГО МОРЯ

Ларионов Дмитрий Николаевич, первый заместитель генерального директора
АО «Калининградский янтарный комбинат»

АО «Калининградский янтарный комбинат», пос. Янтарный, Калининградская
обл., Россия, e-mail: yakombinat@yandex.ru

Рассматривается намыв пляжа вскрышными породами Приморского карьера как метод защиты западного побережья Калининградской области от волнового воздействия Балтийского моря. Аргументируется позиция Калининградского янтарного комбината и представляется обоснование признать сброс водно-песчаной смеси (гидровскрыши подаваемой для намыва защитного пляжа) в береговую зону Балтийского моря берегозащитным мероприятием. Изложены риски прекращения намыва, и как следствие, разрушение существующих пляжей, которые являются основой развития туризма в поселке Янтарный

Вводная информация

Калининградский янтарный комбинат образован 21 июля 1947 года на базе Кенигсбергской янтарной мануфактуры. Следует отметить, что технология добычи янтаря в досоветский, советский и российский периоды истории предусматривала сброс в акваторию Балтийского моря вскрышных пород.

Сегодня Янтарный комбинат – крупнейшее в мире предприятие, осуществляющее промышленную добычу и переработку янтаря, и является в своем роде единственным в мире предприятием по объему добываемого и перерабатываемого янтаря.

В настоящий момент комбинат ведет разработку Приморского месторождения янтаря открытым способом в соответствии с лицензией на пользование недрами.

Технология разработки месторождения и добычи янтаря

Для извлечения янтаря из недр предприятию необходимо выполнить комплекс вскрышных и добычных работ.

К вскрышным работам относятся работы, связанные с уборкой так называемых пустых пород, состоящих в основном из песчано-глинистого материала.

Вскрышные породы разрабатываются двумя уступами механизированным способом:

- песчаная часть вскрышных пород первого уступа разрабатывается гидромеханизированным способом. Вода для размыва песка поступает с моря. Смесь воды и песка, так называемая пульпа, удаляется из забоя гидротранспортом, и направляется для намыва защитного пляжа, существующего хвостохранилища;

- оставшаяся часть вскрышных пород первого и второго уступов разрабатывается с применением различного типа экскаваторов и складывается в выработанном пространстве карьера, для последующей рекультивации, и одновременно выполняя мероприятие по предотвращению прорыва подпродуктивного водоносного горизонта.

К добычным работам относятся работы, связанные с извлечением янтареносной породы, и выполняются в следующем порядке:

- янтареносный пласт разрабатывается шагающим экскаватором и складывается в штабель (т.н. конус), после чего гидромонитором выполняется ее размыв. Образовавшаяся пульпа самотеком поступает в зумпф к землесосной установке, после чего транспортируется по трубопроводу на обогатительную фабрику.

На обогатительной фабрике пульпа проходит через неподвижный грохот, где происходит ее разделение. Около 90% пульпы (это фракция менее 2 мм и морская вода) поступает в зумпф землесосной установки для дальнейшей транспортировки на хвостохранилище, а оставшиеся 10% (фракция более 2 мм) проходят через цепочку технологического оборудования, где и выполняется извлечение янтаря. Пульпа, после прохождения технологической цепи обогащения, так же поступает в зумпф землесосной установки и транспортируется по трубопроводам в отсеки хвостохранилища.

В период с 1971г по 1988г. в бухте Покровской гидровскрышей карьера и хвостами обогатительной фабрики был намыв искусственный пляж.

С целью минимизации воздействия на окружающую среду в 1988 году на этой территории введено в эксплуатацию хвостохранилище обогатительной фабрики Приморского карьера.

Хвостохранилище предназначено для приема и складирования хвостов обогатительной фабрики; пылевато-глинистой части гидровскрыши Приморского карьера (30% от общего объема гидровскрыши); приема вод поверхностного водоотлива из Приморского карьера; организации осветления технологической воды.

Осветление поступающей технологической воды осуществляется в прудках-отстойниках Южного и Северного отсеков. Сбрасывается осветленная вода через сбросные сооружения в Балтийское море.

Для защиты хвостохранилища от волнового воздействия Балтийского моря часть гидровскрыши (70% от общего объема гидровскрыши) направляются по пульповоду на намыв защитного пляжа.

Намыв защитного пляжа осуществляется по следующей технологии:

- транспортируемая пульпа (водно-песчаная смесь) из концевого выпуска вскрышного трубопровода изливается на защитный пляж хвостохранилища и вследствие чего происходит пополнение и намыв грунта, который периодически сносит волновым воздействием Балтийского моря. Происходит естественное осаждение частиц по гидравлической крупности. Окончательное разделение грунта и воды происходит непосредственно в Балтийском море.

Проблематика ведения намывных работ с применением вскрышных пород Приморского карьера для Янтарного комбината

В настоящее время Янтарный комбинат осуществляет забор воды из Балтийского моря для разработки вскрышных пород и намыва защитного пляжа.

Забор воды из Балтийского моря выполняется на основе договора водопользования, одним из условий которого является возврат забранной воды в водный объект. Возврат забранной воды классифицируется как сброс, и соответственно, подлежит производственному и государственному экологическому контролю.

Согласно программе наблюдений за водным объектом, контроль за сбросами производится как в точке сброса (из трубы), так и в контрольных створах моря в зоне влияния сбросов комбината.

Если в районе отбора проб на границе водопользования и напротив гидровскрышного сброса (т.е. намыва пляжа) не предусматривается какого-либо технологического передела, то при отборе проб, непосредственно при изливании пульпы из концевого выпуска, технологический процесс не окончен, и соответственно в отобран-

ной пробе присутствуют грунты вскрышных пород, с помощью которых осуществляется, намыв защитного пляжа.

При проведении лабораторного анализа проб воды, отобранной из концевой выпуска, с целью контроля возвращаемой воды в водный объект, констатируется значительное превышение установленных ПДК для возвращаемой воды.

Проблема технологии по намыву защитного пляжа вскрышными породами следующая:

1. В соответствии с требованием законодательства РФ в области охраны окружающей среды (ФЗ №174 «Об экологической экспертизе», ФЗ №155 «О внутренних морских водах, территориальном море и прилегающей зоне РФ») хозяйственная деятельность Янтарного комбината, связанная со сбросом вскрышных пород в акваторию Балтийского моря, требует положительного заключения государственной экологической экспертизы. Однако при прохождении такой экспертизы имеется риск неполучения положительного заключения.

2. За превышение установленных ПДК для возвращаемой воды Янтарный комбинат несет значительные финансовые издержки (платежи за НВОС). Так же законодательством по охране окружающей среды с 2020 года предусмотрено повышение платы в 100 раз за НВОС. Плата за сброс составит около 3÷5 млрд руб. в год.

В настоящий момент между компанией ООО «ТОМС инжиниринг» и АО «Калининградский янтарный комбинат» заключен договор на выполнение работ по разработке проекта Приморского месторождения янтаря на базе АО «Калининградский янтарный комбинат». Техническим заданием на разработку данной проектной документацией предусмотрен вариант замены способа разработки вскрышных пород с применением средств гидромеханизации на другую технологию предусматривающую полный отказ от складирования вскрышных и янтароносных пород на берегу Балтийского моря.

Выбранный способ ведения вскрышных работ обоснован тем, что:

1. Не потребуется прохождение и получение положительного заключения государственной экологической экспертизы в части ведения хозяйственной деятельности Янтарного комбината связанной со сбросом вскрышных пород в акваторию Балтийского моря.

2. Янтарный комбинат прекратит нести значительные финансовые издержки (платежи за НВОС) связанные со сбросом вскрышных пород.

3. С учётом применения современных технологий ведения вскрышных и добычных работ АО «Калининградский Янтарный Комбинат» рассчитывает улучшить экономические показатели предприятия по себестоимости продукции.

Актуальный вопрос защиты существующих пляжей и коренного берега Калининградской области от волнового воздействия Балтийского моря

Сложившейся ситуацией озабочена Администрация МО «Янтарный городской округ», которая направила письмо в Правительство Калининградской области о том, чтобы признать сброс водно-песчаной смеси (гидровскрыши подаваемой для намыва защитного пляжа) в береговую зону Балтийского моря берегозащитным мероприятием. В случае прекращения деятельности Комбината связанной с намывом защитного пляжа, произойдет разрушение существующих пляжей волновой деятельностью Балтийского моря, которые являются основой развития туризма в поселке. В настоящий момент администрация МО «Янтарный городской округ» получила ответ на вышеуказанный запрос в котором сказано, что Управление Росприроднадзора по Калининградской области обратилось в Росприроднадзор для разъяснения, частицы какого размера сле-

дует считать загрязняющими веществами при сбросе АО «Калининградский янтарный комбинат» водно-песчаной смеси в береговую зону Балтийского моря.

Следует отметить, что в период с 2015 по 2016 гг. Атлантическое отделение ФГБУН Институт океанологии им П.П. Ширшова РАН по договору с АО «Калининградский янтарный комбинат» провело масштабную работу по оценке воздействия сброса вскрышных пород в береговую зону Балтийского моря в районе Приморского месторождения янтаря. Целью данной работы было экологическое обоснование сброса гидровскрышных пород в береговую зону моря. Основными задачами исследования являлись анализ и оценка источников и масштабов антропогенного воздействия в прибрежной зоне, оценка современного (фоновое) состояния прибрежных морских вод, траншейного водоотлива, отложений пляжа, абразионных уступов и подводного берегового склона, оценка характера и масштабов дополнительного воздействия на окружающую среду. Полученные результаты исследований показывают, что деятельность Янтарного комбината несомненно вносит вклад в содержание концентраций мелкодисперсной взвеси в морской воде. Но в тоже время, содержание загрязняющих веществ в донных отложениях напротив выпусков сточных вод ниже, чем в грунтах естественного берегового уступа и подводного берегового склона. Значимых различий между химическими показателями вскрышных пород Приморского карьера и пород берегового абразионного уступа (естественного источника осадочного материала для береговой зоны моря) выявлено не было. В целом поступление вскрышных пород из карьера в береговую зону моря не может оказывать заметного искажающего влияния на естественный ход биохимических процессов в морской экосистеме.

Так же на запрос Янтарного комбината в ГБУ КО «Балтберегозащита» был получен ответ, что в связи с осуществлением сброса пульпы Янтарным комбинатом с 1971 года в бухту Покровскую, на всем ее протяжении активный абразионный уступ стабилизировался и порос растительностью. В период остановки деятельности Янтарного Комбината с 2003 по 2007 гг., связанной с намывом защитного пляжа на западном берегу Самбийского полуострова, начались интенсивные процессы размыва пляжа, авандюн в районе мыса Окунёвский и южнее в сторону Балтийска, и коренного берега у мыса Песчаный. Скорость размыва пляжа на некоторых участках западного побережья Самбийского полуострова достигала – 15 м/год (район Покровской бухты), средняя скорость размыва коренного берега достигла значений – 2 м/год. Зафиксировано так же, что при возобновлении деятельности Янтарного Комбината произошло восстановление ширины пляжей в Покровской бухте и к югу от нее. В свою очередь, благодаря намыву защитных пляжей прекратилась абразия коренного берега южнее Покровской бухты. Намыв защитного пляжа путем сброса пульпы Янтарного комбината в море является искусственным источником песчаных наносов для вдольберегового потока, который позволяет формировать широкие песчаные пляжи и более устойчивые аккумулятивные песчаные береговые формы - авандюны. Таким образом сохраняется и увеличивается ценнейшая, с точки зрения рекреации, береговая территория западного побережья Самбийского полуострова.

Без сброса пульпы в береговую зону возникнет дефицит песчаного материала во вдольбереговом потоке наносов, что приведет к размыву пляжа (в том числе в п. Янтарный). При отсутствии пляжа, во время шторма, морские волны доходят непосредственно до коренного берега и сооружений, расположенных на нём, что приводит к абразии коренного берега и разрушению объектов инфраструктуры, объектов капиталь-

ного строительства и других сооружений, расположенных на пляже и на коренном берегу западного побережья Самбийского полуострова. Так как результирующее направление потока наносов на западном побережье Калининградской области направлено с севера на юг, то в скором времени (1-2 года) дефицит песчаного-материала во вдольбереговом потоке наносов негативно скажется и на состоянии морского берега Балтийской косы, где произойдет интенсификация процессов размыва пляжа и вдольбереговой авандюны. Без регулярной подпитки песчаным материалом существующей дамбы хвостохранилища существует риск ее прорыва и загрязнение Балтийского моря огромным количеством мелкодисперсных частиц, что может привести к массовой гибели биоресурсов и возникновению экологической катастрофы регионального масштаба. Благодаря сбросу пульпы предотвращается возникновение аварийных и чрезвычайных ситуаций, связанных с обрушением берегов и разрушением объектов прибрежной инфраструктуры.

Варианты решения

Для Янтарного комбината в сложившейся ситуации наиболее приемлемым вариантом является отказ от применения средств гидромеханизации для разработки вскрышных пород. В данном случае в разрабатываемом проекте для разработки вскрышных пород будет применена технология без гидромеханизации, а для хвостохранилища будет разработан проект ликвидации предусматривающий комплекс мероприятий по его защите от волнового воздействия Балтийского моря.

Данный вариант исключает пополнение песчаным материалом вдольберегового потока наносов, что приведет к размыву существующих пляжей, коренного берега, потере туристической привлекательности региона и разрушению прибрежной инфраструктуры.

Сегодня АО «Калининградский Янтарный Комбинат» не видит альтернативы прекращению сбросов вскрышных пород в акваторию Балтийского моря. И обращается ко всем заинтересованным сторонам оказать содействие в оформлении документов, регламентирующих легитимность намыва пляжей предприятием, и признать общественно значимой производственную деятельность Янтарного комбината в защите западного побережья Балтийского моря от волнового воздействия.

В частности, для этого необходимо:

1. Признать способ свободного намыва песчаных пляжей вскрышными породами Янтарного комбината с применением средств гидромеханизации как метод берегозащитного мероприятия.

2. Включить деятельность Янтарного комбината в концепцию береговой защиты Калининградской области.

3. Предоставить Янтарному комбинату право осуществлять производственный и государственный контроль только на границе водопользования и в створе моря напротив существующего выпуска гидровскрыши.

4. Рассмотреть вопрос компенсации различных платежей Янтарного комбината, связанных со сбросом вскрышных пород в акваторию Балтийского моря, пропорционально средствам, которые были бы затрачены на сохранение существующих пляжей и защиту коренного берега и прибрежной инфраструктуры.

THE AGGRADATION OF THE PROTECTIVE BEACH OF TAILING DUMP BY OVERBURDEN ROCKS FROM PRIMORSK QUARRY AS A METHOD OF THE KALININGRAD REGION WESTERN COAST PROTECTION FROM THE BALTIC SEA WAVE IMPACT

Larionov Dmitriy Nikolaevich, First Deputy Director General of the Kaliningrad Amber Combine

Kaliningrad Amber Combine, Yantarny, Kaliningrad province, Russia,
e-mail: yakombinat@yandex.ru

Author considers the aggradation of the protective beach of tailing dump by overburden rocks from Primorsk Quarry as a method of the Kaliningrad region Western coast protection from the Baltic sea wave impact. In the article, position of the Kaliningrad Amber Combine is argued and it seems justified to recognize the water-sand mixture dumping (the hydro-overburden which is given for an aggradation of the protective beach) into the shore zone of the Baltic Sea as shore protective measure. Explained risks of the aggradation termination, and as a result, destruction of the existing beaches, which are the basis of tourism development in the Yantarny.

УДК 504.455

ИЗУЧЕНИЕ ВНЕШНЕЙ НАГРУЗКИ НА ПР. ПЕЛАВСКИЙ (Г. КАЛИНИНГРАД) В 2016-2018 ГГ.

Лозицкая Екатерина Александровна, студентка
Цупикова Надежда Александровна, канд. геол.-минерал. наук, доцент кафедры ихтиологии и экологии

ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет»,
Калининград, Россия, e-mail: Lozitskaya.EA@yandex.ru, tsoupikova@klgtu.ru

Производится оценка воздействия вод, поступающих с территории водосборного бассейна в воды пруда Пелавского – одного из немногих официальных купальных водоемов Калининграда, в котором существует проблема избыточного содержания органических веществ. Для оценки был определен объем дождевых, талых и поливомочных вод, попадающих на водосборный бассейн пруда из ряда функциональных зон, площадь которых рассчитана авторами. Определена рассредоточенная нагрузка по общему азоту и общему фосфору. Охарактеризованы гидрохимические условия в водоеме за 2015-2017 гг. Проведено сравнение объема биогенов, вносимых купающимися и потенциально поступающих с территории бассейна. Полученные результаты сравниваются с рассчитанной допустимой нагрузкой для общего фосфора

Введение

Биогенные элементы являются основой развития биоты, но в тоже время их избыточное количество в воде может привести к ухудшению экологического состояния

водоема и эвтрофированию. В водоемах практически невозможно определить происхождение фосфора или азота, поступивших из различных источников. Наиболее важные источники поступления биогенов в природные воды можно разделить на два типа: внешние и внутренние. К внешним источникам можно отнести поступление биогенных веществ в водоемы с речным стоком, атмосферными осадками, промышленными, хозяйственно-бытовыми и сельскохозяйственными сточными водами; к внутренним – аккумуляцию биогенных элементов в результате процессов, протекающих в самих водоемах (первичное продуцирование, деструкция растительности и отмершего планктона, подъем из донных отложений). В последние годы все большее значение приобретает именно антропогенное эвтрофирование. Важную роль в разработке моделей эвтрофирования играет ведение экологического мониторинга и определение основных путей поступления биогенов для конкретного водоема. Это определило цель работы: изучить поступление общего азота и общего фосфора с территории водосборного бассейна пр. Пелавского. В свою очередь количественное определение соотношения антропогенной и природной нагрузки поможет дать рекомендации по ее снижению.

Для достижения цели авторами были поставлены следующие задачи:

1. изучение особенностей водосборного бассейна пруда Пелавского;
2. определение функциональных зон, расположенных в водосборном бассейне;
3. оценка общего экологического состояния пруда в период 2015-2017 гг.;
4. анализ распределения атмосферных осадков в 2015-2018 гг.;
5. расчет рассредоточенной (внешней) нагрузки;
6. определение допустимой нагрузки на пруд.

Материалы и методика

Гидрохимический мониторинг пруда Пелавского ведется авторами с мая 2015 г. Отбор проб производится ежемесячно с четырех поверхностных береговых станций, расположенных на западном, северном, восточном и южном берегах соответственно. После отбора проб весь материал исследуется в гидрохимической лаборатории КГТУ по стандартным методикам [1].

Внешняя нагрузка рассчитывалась по методике, представленной в [2, 3], она позволяет рассчитать объем выноса примесей с водосборной территории, сформированной различными источниками. При расчёте используются данные ландшафтного плана, определяются объекты, попадающие на территорию водосборную площадь рассматриваемого водного объекта и определяются их площади. При определении функциональных зон, расположенных в бассейне пруда использовались данные официального портала правительства Калининградской области [4]. Площадь каждой зоны определялась лично авторами с помощью геоинформационных систем Google maps.

В работе также определялось количество дождевых, талых и поливочных вод (W) (1) [5], попадающих на водосборную территорию:

$$W = 10hx\varphi xF, \quad (1)$$

где F – общая площадь стока, га, в нашем случае площадь водосборной поверхности исследуемого водоема; hx – слой осадков, мм, за теплый период года/холодный

период года; φ_x – общий коэффициент стока. Анализ количества поступающих осадков производился авторами с помощью архива погоды [6]. Чтобы избежать несоответствия в водном балансе из-за переходящих из года в год, в качестве расчетного периода для определения объема вод был принят гидрологический год, начинающийся в октябре.

Среднегодовой объем поливочных вод (W_m) определялся по формуле (2):

$$W_m = 10mK\varphi_m F_m, \quad (2)$$

где F_m – площадь твердых покрытий, подвергающихся мойке, га; K – среднее количество моек в году; φ_m – коэффициент стока для поливочных вод, равный 0.5; m – удельный расход воды на одну поливку.

Расчёт рассредоточенной нагрузки [2], которая формируется из выпуска загрязняющих веществ с различных типов подстилающей поверхности в стекающие дождевые и талые воды (L_e) имеет вид (3):

$$L_e = \sum_i k_{ei} A_i, \quad (3)$$

где k_{ei} – коэффициент эмиссии вещества с i -го типа поверхности; A_i – площадь i -го типа подстилающей поверхности. При выполнении вычислений рассредоточенной нагрузки использовались коэффициенты эмиссии для водосбора Финского залива. По представленной формуле рассчитывался вынос с зоны парков, скверов и лесов.

Суммарный вынос азота/фосфора с селитебных территорий [3] рассчитывался по следующей формуле (5):

$$M = (Q_d * C_d / 1000) + (Q_t * C_t / 1000), \quad (4)$$

где M – масса азота/фосфора, поступающих в водоем, кг; Q_d и Q_t – годовые объемы дождевого и талого стока, соответственно, с селитебной территории, м³; C_d и C_t – концентрации азота/фосфора в дождевых и талых сточных водах соответственно, мг/л. По данным [3] средняя концентрация фосфора в дождевых/талых сточных водах городов составляет 1,08 / 7,56 мг/л, азота – 4,9 / 34 мг/л соответственно.

В связи с огромной ролью биогенных элементов в продукционных процессах и эвтрофировании озер были предложены многочисленные формулы и модели для определения концентрации биогенов в озерах. Одним из таких методов оценки является определение критической нагрузки по фосфору, которая подразумевает под собой такой уровень внешней нагрузки, который приводит к достижению допустимого уровня концентрации вещества в воде. R. A. Vollenweider (1976) (цитируется по [3]) предложил модель допустимой нагрузки ($L_{доп}$), при которой озеро сохраняет свой статус. Она может быть рассчитана по следующей формуле (3):

$$L_{доп} = 0,015z * \frac{1 + \sqrt{t_n}}{t_n} \quad (5)$$

где 0,015 - концентрация общего фосфора в воде, г/л ; z - средняя глубина озера, м; t_n - время водообмена, лет. Для рыбохозяйственной ПДК считаем время полного водообмена – 2 года [5].

Общая характеристика объекта

Пруд Пелавский – средний водоем, располагающийся в западной части г. Калининграда, к юго-востоку от пос. А. Космодемьянского. Пруд является водоемом первой рыбохозяйственной категории. Основные морфометрические показатели пруда были рассчитаны авторами в 2017 г. [7], часть из которых представлена в табл. 1.

Таблица 1

Основные морфометрические характеристики пруда Пелавского

Показатель	Значение
Длина, м	330
Средняя ширина, м	130
Максимальная ширина, м	153
Протяженность береговой линии, м	880
Средняя глубина, м	5,3
Максимальная глубина, м	8,5
Площадь зеркала, тыс. м ²	42, 6
Объем воды, тыс. м ³	226,8
Площадь водосборного бассейна, тыс. м ²	190

По данным трехлетнего мониторинга в пруду отмечается нормальный ход температуры воды, схожий из года в год. Максимальные значения достигались в августе 2017 г. – до 24° С, минимальные – в декабре 2017 г., до 1,6° С. В период ледостава измерения температуры воды не производились.

Ход концентрации растворенного кислорода правильный. Для него характерен большой разброс значений, особенно в 2017 г. (12,2 мг/л) по сравнению с предыдущими годами (9,2 мг/л в 2016 г. и 4,3 мг/л в 2015 г.) (табл. 2). Это может говорить о нарушении кислородного баланса в воде, вызванном загрязнением. В этот же год отмечалось наибольшее содержание кислорода, и в среднем за год оно составляло 9,7 мг/л. Во все периоды наблюдений минимум кислорода несколько ниже предельно допустимой концентрации для рыбохозяйственных водоемов (6 мг/л) [8]. Наибольшее насыщение воды также приходилось на 2017 г. – в среднем 87,5 %, значительный дефицит кислорода обнаруживался в октябре 2016 г., когда его относительное содержание опускалось до 30 %, что являлось неблагоприятным для обитающих в водоеме гидробионтов. Возникающий ежегодно дефицит кислорода в осенний период может быть связан с отмиранием и разложением доминирующих в водоеме представителей сине-зеленых водорослей [9].

Перманганатная окисляемость в пруду близка к повышенной, колеблется от 6,4 до 7,49 мгО/л с тенденцией к возрастанию в 2017 г. Это может свидетельствовать о повышении доли легкоокисляемых органических соединений в водах Пелавского.

Фосфор фосфатов – лимитирующий показатель цветения воды. В пруду его концентрации в целом не превышали установленных рыбохозяйственных нормативов для мезотрофных водоемов (0,15 мг/л) [8]. Его содержание изменялось в широких пределах 0,016-0,175 мг/л в 2015 г.; 0-0,185 мг/л в 2017 г.; 0,006-0,160 мг/л в 2017 г. Таким образом, размах колебаний изменяется несущественно и составляет в среднем 0,16 мг/л. Повышение содержания фосфора фосфатов в течение трех лет наблюдений отмечалось в октябре, что, возможно, связано с отмиранием фитопланктона в пруду, растворимая часть которого переходила в биогенные элементы.

Уровень железа в пруду повышенный за весь рассматриваемый период, наиболее часто превышения ПДКрбх [8] зафиксированы в 2016 г., наименее – в 2017 г. Пик содержания железа общего регулярно приходился на период межени, в июле в 2016 г. и в сентябре в 2015 и 2017 гг. В это время значительную долю в питании водоема имеют подземные воды, которые в Калининградской области по природным причинам богаты железом, что является одной из основных проблем ухудшения качества подземных вод. Повышение содержания железа влияет и на состав фосфатов и органических веществ посредством хелатообразования.

Нитриты являются малостойкими соединениями, их концентрации в водах пруда незначительны, не превышают 0,12 мг/л, чаще составляют лишь тысячные доли.

Азот аммонийный является показателем антропогенного эвтрофирования, так как основные его массы поступают в водоемы с бытовыми сточными водами и стоками предприятий пищевой промышленности. Органический азот также может служить стимулятором развития цветения сине-зеленых водорослей. Содержание азота аммонийного в пруду Пелавском многократно превышает установленные рыбохозяйственные нормы [8]. Среднее содержание азота аммонийного в 2015 г. составило 1,76 мг/л, 2016 г. – 1,74 мг/л, 2017 г. – 1,30 мг/л (табл. 2). Таким образом, для 2015 и 2016 гг. общее количество азота аммонийного в водах Пелавского схоже, в 2017 г. его содержание несколько снизилось.

Пруд Пелавский по состоянию на первую половину 2018 г. оценивается как бетаальфамезосапробный водоем. Так как в пруду официально отсутствуют бытовые и промышленные стоки, то все внешние биогенные элементы привносятся в водоем с атмосферными осадками, подземными водами, с площади водосборного бассейна и во время купального сезона.

Гидрохимические условия в пр. Пелавском в 2016-2017 гг.

Год	Гидрохимический показатель									
	Растворенный кислород		Перманганатная окисляемость	Фосфор фосфатов	Железо общее	Азот аммонийный	Нитриты	Температура воды		
	мг/л	%							мгО/л	мгР/л
2016	8,4 4,2-13,5	77 35-126	6,4 2,4-9,3	0,07 0,0-0,18	0,14 0,05-0,40	1,84 0,21-5,11	0,004 0,0-0,012	12,0 2,4-22,2		
2017	9,7 5,7-18,0	87 54-135	7,5 3,7-10,4	0,06 0,01-0,16	0,12 0,01-0,32	1,33 0,28-7,9	0,003 0,0-0,008	15,3 1,9-23,3		

Примечание: Над чертой – среднее, под чертой – предел; без учета периода ледостава.

Результаты исследования

Для изучения объема стоков необходима оценка располагающихся в водосборной зоне объектов. Для этого была вычислена площадь каждой функциональной зоны и ее доля в общей площади поверхности водосбора (рис. 1). Расчёты показали, что большую часть территории водосбора занимает зона городских садов, парков, скверов, бульваров, набережных (~40 %), около 22,4 % приходится на площадь самого водного зеркала, более 5 % составляют зоны городских лесов и иных озелененных территорий, а также автомобильные дороги, мосты, общественно-деловые зоны и объекты образования (табл. 3). Использование данного метода измерения площади функциональных зон дает погрешность 0,3 %, в результате чего измеренная площадь превысила площадь водосборного бассейна, что, возможно, связано с изменением ландшафта местности со времени расчета площади водосбора.

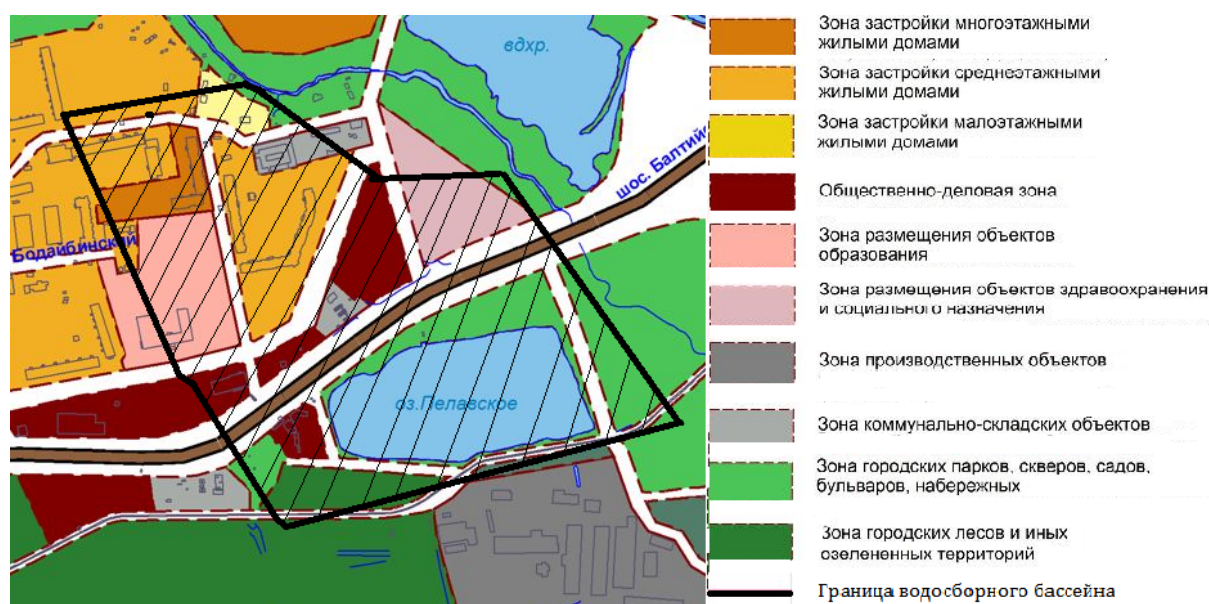


Рис. 1. Функциональные зоны на территории водосборного бассейна пруда Пелавского [4]

Таблица 3

Размер функциональных зон бассейна пр. Пелавского (расчеты автора)

Зона	Площадь, тыс. м ²	Доля от общей площади водосборной поверхности (бассейна), %
Площадь водосборной территории без зеркала водного объекта	147	77,5
Площадь водного зеркала	43	22,4
Автомобильные дороги, мосты	13	6,8
Зона застройки многоэтажными жилыми домами	7	3,7
Зона застройки среднеэтажными жилыми домами	4	1,9
Общественно-деловая зона	12	6,1
Зона коммунально-складских объектов	5	2,5
Зона размещения объектов образования	13	6,3
Зона размещения объектов здравоохранения и социального назначения	8	4,2
Зона городских садов, парков, скверов, бульваров, набережных	72	37,9
Зона городских лесов и иных озелененных территорий	16	8,4
Всего по зонам	150	77,8

Для оценки воздействия вод, поступающих с функциональных зон были изучены особенности внутригодового распределения атмосферных осадков в г. Калининграде. Здесь особую роль играет хорошо развитая циклоническая деятельность, которая приносит в среднем за год 750-800 мм осадков, их большая часть (60-65 %) выпадает в теплый период года. В целом за год в области фиксируется около 180 дней с осадками, при этом твердая их часть составляет около 10 % от выпадающих [10]. Данные по объему атмосферных осадков в Калининградской области в холодный и теплый периоды рассматриваемых лет представлены в табл. 4.

Таблица 4

Слой атмосферных осадков, выпавших в г. Калининграде в теплый (апрель-октябрь) и холодный (ноябрь-март) периоды 2015-2018 гг.

Гидрологический год	Слой осадков, мм		
	Ноябрь-март	Апрель-октябрь	Год
2015-2016	487	568	1055
2016-2017	498	659	1157
2017-2018	342	-	-

В целом, в последние годы осадков выпало на 30-40 % больше нормы. Однако количество осадков в период с ноября 2017 г. по март 2018 г., было ниже, чем в предыдущие годы. Максимальный слой выпавшей влаги составил 1157 мм в 2016-2017 гг. Из чего следует, что примерное количество дождевых вод, попадающих на водосборную территорию составило в 2015-2016 гг. – 31666 м³/год, в 2016-2017 гг. – 36739 м³/год, талых вод: 42631, 43594 м³/год соответственно, и в холодный период 2017-2018 гг. объем талых вод составил 29938 м³/год.

Ежегодно объем поливочных вод составляет 1170 м³ при среднем количестве моек дороги – 150 раз в год [5].

Из вышеизложенного можно заключить, что общий объем вод, поступающих на территорию водосборного бассейна – 78486 м³/год. Большую часть составляют талые воды (56 %), несколько ниже доля дождевых вод (42 %). Величина поливочных вод не столь значительна и достигает лишь 2% от общего объема (рис. 2).

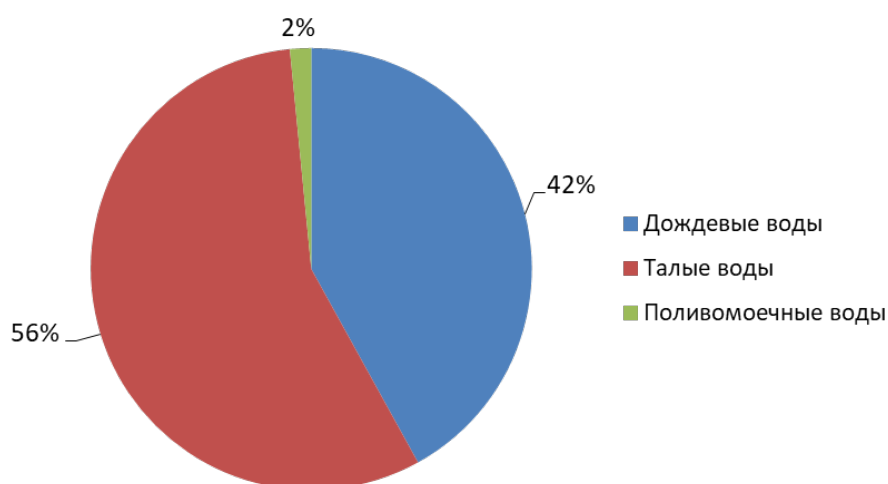


Рис. 2. Соотношение источников поступления вод в общем стоке водосборного бассейна пр. Пелавского

Согласно исследованиям в области лимнологии, наиболее важным показателем эвтрофирования озер является фосфорная нагрузка [11]. Рассчитанная нами допустимая нагрузка по общему фосфору составила 0,018 г/(м³*год). С учетом объема вод в котло-

вине пр. Пелавского (226,8 тыс. м³) получается, что допустимое содержание фосфора в пруду Пелавском, при котором сохранится современное его экологическое состояние, не должно превышать 4 кг/год.

Согласно расчетам, только нагрузка по общему фосфору, поступающему с водосборного бассейна, оценивается в 12 кг/год (больше допустимой в 3 раза). Общая рассредоточенная нагрузка по азоту общему составляет 58 кг/год. Сильнее всего загрязнение дождевых, талых и поливомоечных вод рассматриваемыми биогенными элементами происходит в урбанизированной части водосборного бассейна.

Кроме нагрузки с территории водосборного бассейна, на пруд Пелавский оказывает воздействие рекреационная составляющая, рассчитанная авторами для купальных сезонов 2016 и 2017 гг. Количество биогенных веществ, попавших в воды пруда Пелавского от купающихся в 2016 г., исходя из среднего числа отдыхающих, составило около 9 кг общего фосфора и около 95 кг азота общего. Летом 2017 г. масса этих же веществ составила около 7 кг и 80 кг соответственно [12].

Таким образом, что количество азота общего, попадающего в водоем с поверхности водосбора в 1,5 раза меньше, чем непосредственно поступающего в воду при рекреационной нагрузке. Величины поступающего фосфора различаются не слишком сильно. (рис. 4-5), при этом, если часть атмосферных и поливомоечных вод уходит стоком в канализацию, то поступающие от отдыхающих азот и фосфор вносятся непосредственно в воды Пелавского в течение относительно короткого промежутка времени и могут оказывать существенное влияние на концентрации этих соединений в воде.

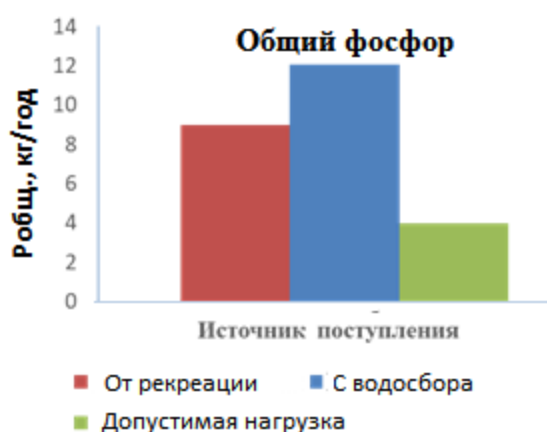


Рис.4. Сравнение поступления фосфора общего от различных источников с допустимой нагрузкой

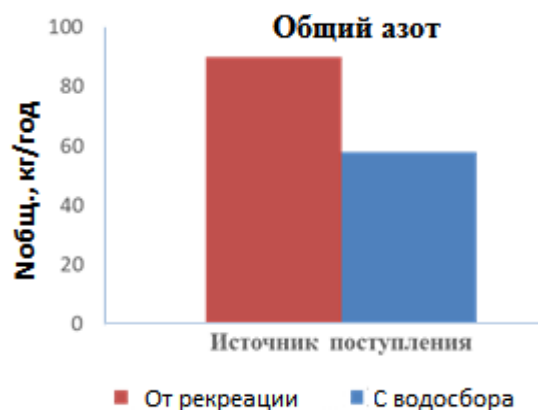


Рис.5. Поступления азота общ. от внешних источников

В целом внешнее поступление общего азота в воды Пелавского составляет около 148 кг/год, общего фосфора – 21 кг/год. Величина общего фосфора более чем в 5 раз превышает рассчитанную допустимую нагрузку.

Согласно данным гидрохимического мониторинга, содержание фосфора фосфатов в водах пруда невелико в течение большей части года и не превышает ПДК, что, возможно, связано с использованием избыточного количества фосфора фитопланктонами организмами. Повышение фосфатов ежегодно отмечается в осенне-зимний период (рис.6), когда происходит отмирание фитопланктона, разложение органики и одновременно увеличивается поступление дождевых вод с водосбора.

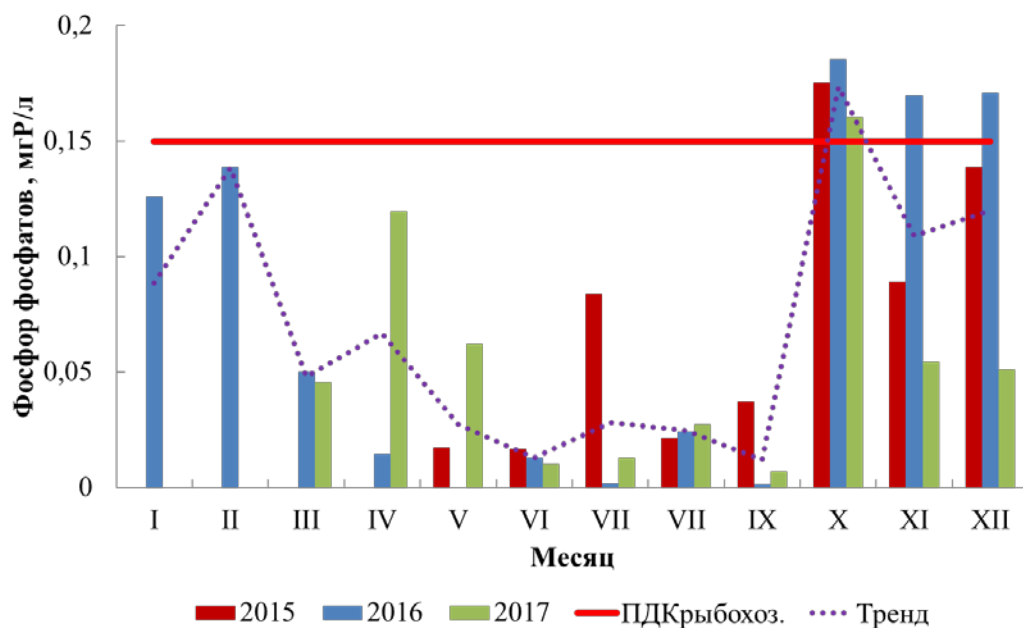


Рис. 6. Ход фосфора фосфатов в пр. Пелавском, мг/л

Большую долю в процессе снижения качества воды в пруду Пелавском занимает общий азот, что подтверждается расчетами, изучением сезонной динамики альгофлоры пруда [9] и гидрохимическим мониторингом (рис. 7) [1].

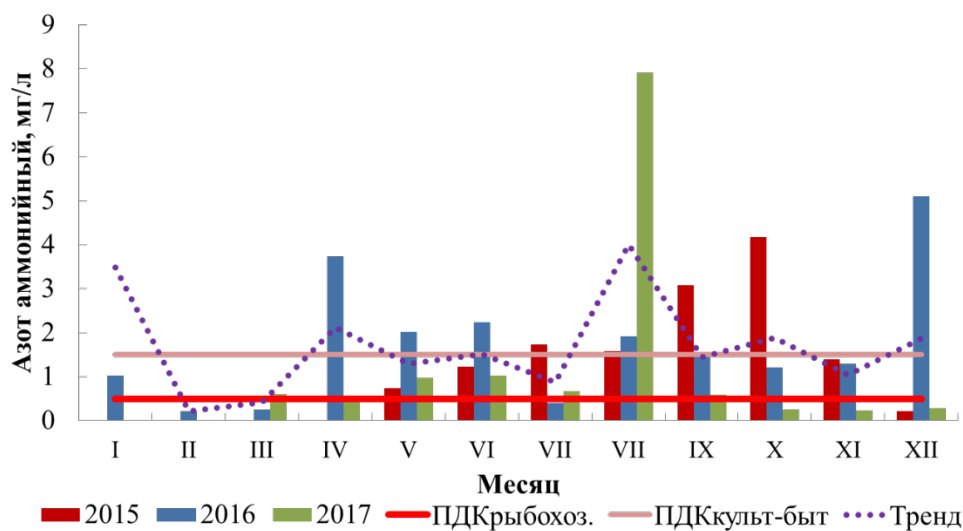


Рис. 7. Ход азота аммонийного в пр. Пелавском, мг/л

Однако в ходе азота аммонийного отсутствует такая связь с сезонностью выпадения осадков и рекреационной нагрузки. Это может говорить о существовании иного источника загрязнения водоема азотом.

Выводы

Площадь водосборного бассейна пруда Пелавского невелика и составляет 19 га. Примерно 22 % всего водосборного бассейна занимает зеркало самого водоема. Большая часть водосбора занята зоной городских садов, парков, скверов, бульваров, набережных. На остальные функциональные зоны приходится около 5 %.

Суммарный объем вод, поступающих на территорию водосборного бассейна – 78486 м³/год, примерно одинаковая доля в объеме принадлежит талым (56 %) и дождевым водам (42 %), величина поливочных вод мала (около 3 %).

Результаты расчетов позволили выявить, что рассеянное поступление общего азота в воды Пелавского в 7 раз выше, чем поступление общего фосфора.

Содержание азота аммонийного в водах пруда многократно превышает ПДК. Его среднее значение из-года в год варьирует на уровне от 1,30 до 1,76 мгN/л, что составляет 3ПДК, содержание в отдельные месяцы выше допустимых норм в 16 раз.

Несмотря на то, что по фосфору фосфатов ситуация в пруду благоприятная, и превышение допустимых концентраций происходит лишь в осенний период, в пруду наблюдается развитие цианопрокариот, рост которых может сопровождаться выделением токсинов, опасных для человека. Возможно, их росту способствует излишнее поступление фосфора и азота, в частности, существующий суммарный объем поступления общего фосфора от внешних источников (21 кг/год) значительно превышает допустимую нагрузку (4 кг.).

Для снижения поступления биогенных элементов в водосбор пруда Пелавского возможно организовать ряд мероприятий:

- своевременная и регулярная уборка прилегающей к водоему территории;
- совершенствование дорожного покрытия;
- расширение системы ливневого стока.

Так как существенная часть биогенных элементов накапливается в донных осадках, рекомендуется очистить дно пруда от излишних органических соединений и разработать программу снижения содержания в водах пруда излишнего азота. С этой целью можно рассмотреть возможность развития зарослей тростника и рогоза, обладающих высокой альгицидной активностью, для подавления роста сине-зеленых водорослей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лозицкая Е.А. Цупикова Н.А. Анализ некоторых гидрохимических показателей в пруду Пелавском (г. Калининград) в 2017 году // 62-я Международная научная конференция Астраханского государственного технического университета, Астрахань, 23–27 апреля 2018 г. //Электрон. дан. : материалы / Астрахан. гос. техн. ун-т. Астрахань: Изд-во АГТУ, 2018. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM).

2. Метод расчета внешней нагрузки на Чудско-Псковское озеро с Российской территории водосбора/ Кондратьев С.А., Мельник М.М., Шмакова М.В. и др. // Общество. Среда. Развитие. 2010, № 1. С. 183-197.

3. Геоэкологическая оценка природно-ресурсного потенциала антропогенно нарушенных озерных бассейнов: метод, рекомендации / Б. П. Власов [и др.]. Минск: БГУ, 2015. 44 с.

4. Официальный сайт правительства Калининградской области // Электрон. дан. Режим доступа URL: <https://aggrad.gov39.ru/territorialnoe-planirovanie.php> (дата обращения 24.07.2018).

5. Распоряжение Комитета по природопользованию, охране окружающей среды и обеспечению экологической безопасности Правительства Санкт-Петербурга от 26 марта 2008 г. № 34-р «Об утверждении Методических рекомендаций «Расчет критической нагрузки на обособленные водные объекты Санкт-Петербурга» //Электрон. дан. Режим доступа URL: <http://docs.cntd.ru/document/8472200> (дата обращения 27.07.2018)

6. Архив погоды в Калининграде //Электрон. дан. Режим доступа URL: <http://rp5.ru> (дата обращения: 22.07.2018).

7. Цупикова Н.А., Лозицкая Е.А., Алдушин А.В. Морфометрические характеристики пруда Пелавского (г. Калининград). // Известия КГТУ. № 49. С. 55-66.

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 Министерства сельского хозяйства Российской Федерации от 13 декабря 2016 г. № 552 – 2017.

9. Бугранова О. С. Сезонная изменчивость фитопланктона на фоне гидрохимических показателей пруда Пелавского (г. Калининград) в 2015-2016 гг./ Бугранова О.С, Цупикова Н. А., Лозицкая Е. А. // Известия КГТУ. № 47. С. 22-33 .

10. Барина Г.М. Калининградская область. Климат. Калининград. ФГУИПП «Янтар. Сказ», 2002. 196 с.

11. Общая лимнология //Электрон. дан : пособие для студентов геогр. фак. / П. С. Лопух, О. Ф. Якушко. Минск: БГУ, 2011 Режим доступа URL: <http://www.elib.bsu.by>

12. Лозицкая Е. А. Изучение влияния рекреационной нагрузки на пруд Пелавский по гидрохимическим показателям в 2016-2017 гг //Сборник научных трудов молодых ученых, аспирантов, студентов и преподавателей по результатам проведения VIII молодежного экологического Конгресса «Северная Пальмира», 22-24 ноября 2017 г., Санкт-Петербург. НИЦЭБ РАН, 2017. С. 79-83.

STUDY OF THE EFFECT OF EXTERNAL LOAD ON THE PELAVSKY POND (KALININGRAD) IN 2016-2018

Lozitskaya Ekaterina Aleksandrovna, student
Tsoupikova Nadezhda Aleksandrovna, PhD in Geological and Mineralogical Sciences,
Associate Professor of the Department of Ichthyology and Ecology

Kaliningrad State Technical University, Kaliningrad, Russia,
e-mail: Lozitskaya.EA@yandex.ru, tsoupikova@klgtu.ru

The work evaluates the impact of water coming from the catchment area in the waters of the Pelavsky pond, one of the few official kup-lar water reservoirs in Kaliningrad, in which there is a problem of excessive content of organic substances. For evaluation, the volume of rain, melted and watered water entering the catchment area of the pond from a number of functional zones was calculated, the area of which was calculated by the authors. A distributed load is determined for total nitrogen and total phosphorus. The hydrochemical conditions in the pond for 2015-2017 are characterized. A comparison of the volume of nutrients introduced by causing and potentially entering from the basin is made. The results obtained are compared with the calculated critical load for total phosphorus.

АНАЛИЗ ПРОБЛЕМНОЙ СИТУАЦИИ ПО ВОДОСНАБЖЕНИЮ И ВОДООТВЕДЕНИЮ В КАЛИНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ И НЕКОТОРЫЕ ПУТИ ЕЕ ПРЕОДОЛЕНИЯ

Лукьянова Людмила Михайловна, д-р техн. наук, академик Международной академии информатизации, профессор кафедры системы управления и вычислительной техники

ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет»,
Калининград, Россия, e-mail: llm_llm@mail.ru

Обсуждается проблемная ситуация, возникшая в водоснабжении и водоотведении Калининграда и окружающей среде. Обосновывается необходимость системного анализа данной ситуации и целей для ее преодоления, базирующихся на формализованных методах анализа проблем и целей. Приводятся результаты анализа проблем и целей городского водоснабжения и водоотведения с использованием указанных методов, применение которых обеспечивает системность целей как логического основания для синтеза соответствующей системы целедостижения

1. Характеристика водоснабжения и водоотведения в Калининградском регионе

Отделенная от основной территории России сухопутными границами иностранных государств и международными морскими водами Калининградская область располагает 4,6 тыс. водотоков, общей протяженностью свыше 12,7 тыс. км. Состояние водной среды области во многом определяется ее географическим положением, рельефами, подстилающими грунтами, климатическими особенностями и антропогенными факторами. Нельзя не учитывать и высоковероятную большую эмиссию в трансграничные водотоки и воды Балтийского моря с территории соседних государств [1].

Главный источник областного водоснабжения – реки, общей протяженностью 5180,8 км. Некоторые из них спрямлены, соединены каналами, служат водоприемниками осушительных систем. Это изменило естественные режимы рек, в частности, гидрологический и гидрохимический, а особенности геологических структур обусловили высокое содержание железа в речной воде. Вместе с динамичной интенсификацией хозяйственной деятельности в регионе, в том числе связанной с наличием портовых комплексов и строительством новых морских терминалов, судоходных путей и акваторий на побережье и во внутренних морских водах, это требует мониторинга и анализа регионального водоснабжения и водоотведения, прежде всего в самом крупном городском округе.

Водоснабжение г. Калининграда складывалось с 14 века и началось со строительства канала от озера Школьное (к северу от посёлка Космодемьянский). В 1887-1910 годы после создания водохранилища (Великое и Верхнее озера) канал был продолжен до нынешней Колосовки. В 14 же веке была построена вторая ветка городского водоснабжения – водовод до озера Дивное, продолженный в 1860-1874 годы до озера Узкое. В конце 19 века оба канала были замкнуты на первую городскую водопроводную станцию – теперь это Центральная водопроводная станция Калининграда на Советском проспекте. В 1926-1928 годы была построена Юго-восточная водопроводная станция на р. Преголе, а в 1940-1943 годы – станция на артезианских источниках в районе нынешнего посёлка Озерки.

В настоящее время для водоснабжения Калининграда используется вода р. Преголи (59,5%), питьевых водохранилищ (18,1%) и артезианских скважин (22,5%). Техническая основа городского водоснабжения – комплекс взаимосвязанных сооружений, обеспечивающих подъем природной воды, ее очистку и транспортировку до потребителя. Очистка воды проводится на площадках трех водопроводных станций с полным комплексом сооружений водоподготовки общей производительностью 185-190 тыс. м³ в сутки: Центральной (1879 г.), Восточной (1943 г.), Южной №2 (1979 г.).

Технологический процесс водоподготовки обеспечивает обеззараживание воды газообразным хлором и концентрированным гипохлоритом натрия, коагуляцию загрязняющих веществ сульфатом алюминия и оксихлоридом алюминия, флокуляцию катионным флокулянтom, отстаивание и фильтрацию через песчаную загрузку на скорых фильтрах, а его результаты находятся под постоянным лабораторным контролем [2] и не всегда удовлетворяют нормативам качества.

Водоотведение в г. Калининграде. Город был канализован по комбинированной схеме: одна часть его территории имела общесплавную канализацию, в которую поступали коммунально-бытовые, промышленные и поверхностные стоки, другая (в основном это районы новостроек) – по отдельной схеме (ливневые и талые воды собирались отдельно от остальных стоков).

До конца 2015 года бóльшая часть сточных вод поступала на очистную станцию ОС-1, расположенную в Центральном районе города (производительность ОС-1, введенной в эксплуатацию в 1924 году с суточной проектной мощностью 68 тыс. м³, в последствии возросла до 125 тыс. м³). Сточные воды от жилых кварталов и предприятий вместе с ливневыми водами собирались в главный коллектор, расположенный вдоль р. Преголи, и отводились на сооружения механической очистки, такие как песколовка, большие и малые решетки, горизонтальные отстойники. Кроме них на территории ОС-1 находились три иловые площадки. Очищенные сточные воды сбрасывались в обводной канал протяженностью 0,22 км и в отводящий канал протяженностью 21,19 км с выпуском в Приморскую бухту Калининградского залива.

По завершению пуско-наладочных работ на новых городских канализационных очистных сооружениях в декабре 2015 года в эксплуатацию был введен с переключением 100% объема стоков хозяйственно-бытовой канализации объект капитального строительства «Очистные сооружения, г. Калининград» проектной мощностью 150 тыс. м³ в сутки, расположенный по адресу: Балтийскому шоссе, 127.

В настоящее время технологический процесс водоочистки обеспечивает: механическую очистку на решетках, преаэраторах, горизонтальных аэрируемых песколовках и первичных отстойниках; биологическую очистку в аэротанках с процессами нитриденитрификации и дефосфотирования; химическое удаление фосфора и осветление во вторичных отстойниках; доочистку на каркасно-засыпных фильтрах; обеззараживание методом ультрафиолетового облучения; уплотнение сырого осадка и избыточного активного ила в илонакопителях и последующее обезвоживание на центрифугах с предварительной обработкой флокулянтom; обеззараживание обезвоженной смеси осадков на площадках компостирования. Очищенные и обеззараженные сточные воды через рассеивающий выпуск сбрасываются в Калининградский морской канал. При этом лаборатория очистных сооружений осуществляет ежедневный мониторинг сточных вод, поступающих на очистку и прошедших ее [2]. К сожалению, эти воды не всегда соответствуют санитарно-гигиеническим нормативам.

Невысокое, несмотря на внедрение новых средств и методов, качество воды в водопроводной системе свидетельствует о проблемной ситуации, возникшей в городском водоснабжении и водоотведении. Эффективность процессов осмысления проблемной ситуации (от выявления до структурной увязки проблем) и подготовки реше-

ний по ее преодолению (от выдвижения и структурирования целей до создания системы целедостижения) обеспечивает системный анализ (СА) [3].

В статье рассматривается технология анализа проблем водоснабжения и водоотведения в г. Калининграде и целей, достижение которых обеспечит их решение.

2. Анализ проблем и целей водоснабжения и водоотведения в г. Калининграде

Преимущества варианта методологии СА [4] перед другими ее вариантами состоят, во-первых, в частичной формализации методов описания и анализа проблем и целей (первый этап СА) и целей как логического основания для синтеза системы для их достижения (второй этап СА), а во-вторых – в обоснованности результатов анализа целей и системы целедостижения.

Анализ проблем осуществляется по следующей схеме:

*выявление и предварительный анализ проблем →
выявление каузативных связей и формирование каузативной структуры проблем →
анализ каузативной структуры проблем и определение главной проблемы →
анализ главной проблемы и формирование структуры проблем (СП).*

Анализ целей реализуется по одной из следующих схем:

*СЦ-1: выявление и предварительный анализ целей →
выявление каузативных связей формирование каузативной структуры целей →
анализ каузативной структуры целей и определение главной цели →
анализ главной цели и формирование структуры целей (СЦ).*

Схема СЦ-1 аналогична приведенной выше схеме анализа проблем;

СЦ-2: формирование структуры целей по структуре проблем.

Схема СЦ-2 используется, когда формулировки проблем в СП явно отражают недостатки упомянутых в них объектов. Формируемая по этой схеме СЦ изоморфна соответствующей СП, формулировки целей которой получены “отрицанием” проблем;

СЦ-3: определение главной цели → анализ главной цели и формирование СЦ.

Схема СЦ-3 используется при формировании СЦ в случае, когда не все формулировки проблем из СП, сформированной на этапе анализа проблем, явно отражают недостатки упомянутых в них объектов.

Первые два этапа СА используемого нами варианта методологии системного анализа реализованы в технологии [5], которая и использована при анализе проблем и целей системы городского водоснабжения и водоотведения.

2.1. Анализ проблем водоснабжения и водоотведения¹

Анализ проблем городского водоснабжения и водоотведения выполнен по приведенной выше схеме.

2.1.1. Выявление и предварительный анализ проблем

Выявление проблем водоснабжения и водоотведения осуществлено методом интервьюирования, и их формулировки, данные экспертами, приведены в графе 2 табл. 1.

Приведем использованные в формулировках проблем сокращения:

ПДК – предельно допустимая концентрация химических элементов и их соединений в окружающей среде, не вызывающая патологических изменений/заболеваний;

¹ В разделе использованы проблемы и результаты их ранжирования из расчетно-графической работы студентки группы 17-ЭП/м КГТУ Савиной К.А. на тему «Проблемы водоснабжения и водоотведения г. Калининграда», выполненной по дисциплине «Системный анализ в экологии» под руководством автора.

ХПК – химическое потребление кислорода при химическом окислении содержащихся в воде органических веществ до неорганических продуктов;

Таблица 1

Результаты предварительного анализа проблем

№ п/п	Формулировка проблемы	Аспекты проблемы
1	2	3
1	Участок р. Преголи, находящийся в промышленной зоне Калининграда, подвержен сильному антропогенному загрязнению	Экологический антропогенный производственный: <i>гидрохимический</i>
2	Неравномерность расположения источников загрязнения на р. Преголе – в основном в ее приустьевой (от 5 до 0,5 км от устья) части	Управленческий региональный: <i>эколого-управленческий</i>
3	До ввода в эксплуатацию в 2015 году новых очистных сооружений в городские водотоки поступали неочищенные и недоочищенные коммунально-бытовые и промышленные стоки	Экологический антропогенный производственный и коммунально-бытовой: <i>гидрохимический</i>
4	Кратность превышения ПДК по ХПК – 1,8/2,3 (фоновый и контрольный створ)	Социальный: <i>эколого-защитный</i> . Экологический антропогенный производственный и коммунально-бытовой: <i>гидрохимический</i>
5	Кратность превышения ПДК по БПК ₅ – 1,7/2,1	Социальный: <i>эколого-защитный</i> . Экологический антропогенный производственный и коммунально-бытовой: <i>гидрохимический</i>
6	Кратность превышения ПДК по азоту нитритному – 2,8/3,3	Социальный: <i>эколого-защитный</i> . Экологический антропогенный производственный и коммунально-бытовой: <i>гидрохимический</i>
7	Кратность превышения ПДК по железу общему – 1,7/1,9	Социальный: <i>эколого-защитный</i> . Экологический природный: <i>гидрохимический из-за гидрологического</i> . Экологический экстерриториальный антропогенный: <i>гидрохимический</i>
8	Непонимание населением вреда от загрязнения водотоков и важности очистки сточных вод	Социальный: <i>эколого-образовательный</i>
9	Кратность превышения ПДК по нефтепродуктам в 40% проб в контрольном створе – 5,9	Социальный: <i>эколого-защитный</i> . Экологический антропогенный производственный: <i>гидрохимический</i>
10	Высокая концентрация нитратов в р. Преголе, как следствие значительного ее превышения на близлежащих полях из-за сельскохозяйственной деятельности	Социальный: <i>эколого-защитный</i> . Экологический антропогенный: <i>гидрохимический из-за сельскохозяйственного: почвенно-гидрохимического</i>
11	Существенное изменение гидрохимического режима р. Преголи при поступлении морских вод через Калининградский залив при определенных гидрометеорологических условиях	Экологический экстерриториальный природный и антропогенный: <i>гидрохимический из-за природного гидрометеорологического</i>
12	Сброс неочищенных и недоочищенных сточных вод	Экологический антропогенный производственный и коммунально-бытовой: <i>гидрохимический</i>
13	Нерегулярность очистки русел рек и озер	Управленческий региональный: <i>эколого-управленческий</i>
14	Дороговизна очистных сооружений	Экономический: <i>финансовый</i>

№ п/п	Формулировка проблемы	Аспекты проблемы
15	Сложность эксплуатации и обслуживания очистных сооружений	Производственный: <i>технологический</i>

БПК – биохимическое потребление кислорода в аэробных условиях на окисление органических веществ, содержащихся в единице объема воды (может также указываться время, обычно пять суток и соответственно БПК₅, за которое при нормальных условиях, происходит окисление до 70% легкоокисляющихся органических веществ).

Предварительный анализ проблем водоснабжения и водоотведения состоял в выделении групп внешних и внутренних проблем, а в группе внешних – экстерриториальных и региональных, и доопределении проблем, в том числе путем уточнения их аспектов (см. графу 3 табл. 1). Так, осмысление проблем №4-7, 9, 10 совместно с проблемой №3 показало целесообразность доопределения их аспектов эколого-защитным. Большая определенность способствовала систематизации проблем водоснабжения и водоотведения. Приведем результаты начальной систематизации проблем и их число, абсолютное и относительное (*в процентах*) на каждой из страт:

внешние проблемы системы водоснабжения и водоотведения – 15 (57,65 %):

социальные – 7 (26,9 %):

региональные – 7 (26,9 %)::

эколого-образовательные – 1 (3,84 %);

эколого-защитные – 6 (23,64 %);

экологические – 6 (23 %):

экстерриториальные – 3 (11,5 %):

природные – 1 (3,84 %);

гидрохимические – 1 (3,84 %);

антропогенные – 2 (7 %):

гидрохимические – 2 (7,7 %);

региональные – 3 (11,5 %):

природные – 2 (7 %);

гидрологические – 1 (3,4 %);

гидрометеорологические – 1 (3,84 %);

антропогенные – 1 (3,84 %):

сельскохозяйственные – 1 (3,84 %):

почвенно-гидрохимические – 1 (3,84 %);

управленческие – 2 (7,7 %):

региональные – 2 (7,7 %):

эколого-управленческие – 2 (7,7 %);

внутренние проблемы системы водоснабжения и водоотведения – 11 (42,35 %):

экономические – 1 (3,84 %):

финансовые – 1 (3,84 %);

производственные – 1 (3,84 %):

технологические – 1 (3,84 %);

экологические – 9 (34,6 %):

природные – 1 (3,84 %):

гидрохимические – 1 (3,84 %);

антропогенные – 8 (30,7 %):

производственные и коммунально-бытовые – 8 (30,72 %):

гидрохимические – 8 (30,72 %).

Анализ результатов систематизации показал небольшое превышение числа внешних проблем над числом внутренних. Казалось бы, это свидетельствует об однопорядковом влиянии этих групп на состояние городского водоснабжения и водоотведе-

ния, что неверно, по меньшей мере, в силу вероятной неполноты проблем, выявляемых экспертными методами. К тому же, все внешние проблемы, экстерриториальные (11,5 %) и региональные (46,15 %), водоснабжения и водоотведения являются экологически либо экологически ориентированными, да и в группе внутренних проблем при недостаточном разнообразии их классов экологические проблемы преобладают (34,6 %), причем большинство из них (30,7 %) обусловлено антропогенными факторами.

Анализ внешних проблем (№ 2, 8, 11, 13) и частично внешних (№ 4–7, 9, 10) показал, что в Калининградском регионе вряд ли удастся преодолеть экстерриториальный и природный аспекты проблемы №7, поэтому они могут быть исключены из дальнейшего анализа. Остальные проблемы могут быть решены в данном регионе, во всяком случае, частично. Возможные шаги в этом направлении для проблем №10 и № 7 – регуляторное взаимодействие с системами более высокого ранга, соответственно с Министерством сельского хозяйства и Министерством природных ресурсов и экологии Калининградской области, с целью планирования и реализации совместных действий по решению проблем. Возможный путь снятия гидрометеорологического аспекта проблемы №11 – строительство гидросооружений, снижающих «при определенных гидрометеорологических условиях» объем поступающих в р. Преголю соленых морских вод Калининградского залива до предельно допустимого.

Анализ внутренних проблем (№ 1, 3, 12, 14, 15) и частично внутренних (№ 4–7, 9, 10) показал отсутствие среди них проблем таких классов, как управленческие (что вызывает вопросы: прогнозировалась ли управлением водоканала проблема 1, доведена ли она до муниципального уровня, решалась ли она в предыдущие годы и т. д.) и научно-технические (возникают вопросы: использовались ли в городском водоснабжении и водоотведении современные наукоемкие технологии, достаточная ли квалификация инженерно-технического персонала, и если нет, осуществлялось ли его дообучение, что могло снять проблему №15, и т. д.). Возникает также вопрос о возможной невыеявленности экспертами социальных проблем (удовлетворительна ли социальная поддержка членов трудовых коллективов?). Самые общие шаги по решению экологических проблем – обеспечение единства всех классов целей системы городского водоснабжения и водоотведения и целей ее надсистем по формированию (в том числе, с помощью законодательной исполнительной ветвей региональной власти) у членов трудовых коллективов и жителей региона твердых убеждений о неприемлемости (причем не только для водоснабжения и водоотведения) загрязнения водных и других объектов природопользования, в том числе да счет сброса неочищенных и недоочищенных сточных вод.

2.1.2. Выявление каузативных связей и формирование каузативной структуры проблем

Номера и уточненные поаспектные формулировки проблем городской системы водоснабжения и водоотведения приведены соответственно в первой и третьей графе табл. 2. Номера внешних проблем дополнены слева литерой «В», внешних региональных проблем (областной уровень) – литерами «ВР». Буквенная идентификация номера проблемы справа – обозначение класса проблемы: С – социальная, Эм – экономическая, П/Х – производственная/хозяйственная, У – управленческая, Эл – экологическая.

Таблица 2

Каталог проблем с результатами анализа каузативных связей между проблемами

№ п/п	№ в табл. 1	Уточненная формулировка проблемы	№ проблем-следствий
1	2	3	4
1.Эл	1	Участок р. Преголи, находящийся в промышленной зоне Калининграда, подвержен сильному антропогенному загрязнению	26.П
BP.2.У	2	Неравномерность расположения источников загрязнения р. Преголи, в основном в приустьевой части (от 5 до 0,5 км от устья)	1.Эл
3.Эл	3	До ввода в эксплуатацию в 2015 году новых очистных сооружений в городские водотоки поступали неочищенные и недоочищенные промышленные и коммунально-бытовые стоки	23.Эл
BP.4.С	4	Превышение ПДК по ХПК в потребляемой воде	–
5.Эл	4	Кратность превышения ПДК по ХПК в фоновом/контрольном створе – 1,8/2,3	23.Эл, BP.4.С
BP.6.С	5	Превышение ПДК по БПК ₅ в потребляемой воде	7.Эл
1	2	3	4
7.Эл	5	Кратность превышения ПДК по БПК ₅ в фоновом/контрольном створе – 1,7/2,1 вследствие промышленных стоков	23.Эл, BP.6.С
BP.8.С	6	Превышение ПДК по азоту нитритному в потребляемой воде	–
9.Эл	6	Кратность превышения ПДК по азоту нитритному в фоновом/контрольном створе – 2,8/3,3 вследствие промышленных стоков	23.Эл, BP.8.С
BP.10.С	7	Превышение ПДК по железу общему в потребляемой воде	–
11.Эл	7	Кратность превышения ПДК по железу общему в фоновом/контрольном створе – 1,7/1,9	23.Эл, BP.10.С
В12.Эл	7	Превышение ПДК по железу общему в фоновом/контрольном створе водотока, обусловленное экстерриториальными антропогенным факторами	11.Эл
BP.13.Эл	7	Превышение ПДК по железу общему в фоновом/контрольном створе водотоков, обусловленное гидрологическим режимом	11.Эл
BP.14.С	8	Неосознанность членами трудовых коллективов и жителями региона бедственных последствий от загрязнения водных объектов, подземных и почвенных вод и важности их очистки	1.Эл, BP.2.У, 5.Эл, 7.Эл, 9.Эл, 16.Эл, BP.19.Эл, BP.24.У
BP.15.С	9	Превышение ПДК по нефтепродуктам в потребляемой воде	–
16.Эл	9	Кратность превышения ПДК по нефтепродуктам в 40% проб в контрольном створе – 5,9 как следствие промышленных стоков	23.Эл, BP.15.С
BP.17.С	10	Превышение содержания нитратов в потребляемой воде	–
18.Эл	10	Высокая концентрация нитратов в р. Преголе	23.Эл, BP.17.С
BP.19.Х	10	Значительное превышение нитратов в почвенных водах полей близ р. Преголи как следствие сельскохозяйственной деятельности	18.Эл
BP.20.Эл	11	Существенное изменение гидрохимического режима р. Преголи из-за поступления соленых морских вод Калининградского залива при определенных гидрометеорологических условиях	1.Эл, 26.П

№ п/п	№ в табл. 1	Уточненная формулировка проблемы	№ проблем-следствий
В.21.Эл	11	Негативное влияние экстерриториальных природных и антропогенных факторов на морские воды Калининградского залива и, тем самым, на гидрохимический режим р. Преголи	Р.20.Эл
В.22	11	Негативное влияние определенных гидрометеорологических условий на гидрохимический режим р. Преголи	Р.20.Эл
23.Эл	12	Сброс неочищенных и недоочищенных сточных вод	5.Эл, 7.Эл, 9.Эл, 11.Эл, 16.Эл, 18.Эл
ВР.24.У	13	Нерегулярность очистки русел рек и озер	1.Эл
25.Эк	14	Дороговизна очистных сооружений	23.Эл
26.П	15	Сложность эксплуатации и обслуживания очистных сооружений	–

Подготовка данных для четвертой графы табл. 2 осуществлена системным аналитиком, проанализировавшим и обобщившим мнения экспертов, полученные методом анкетирования. При обнаружении обусловленности проблемой, номер и формулировка которой находятся соответственно в первой и третьей графе i -й строки табл. 2, ($i=1(1)m$, m – число строк данной таблицы), проблем j -х строк ($j \neq i$). Список номеров последних (как следствий проблемы i -й строки), дополненных соответствующими буквенными идентификаторами, внесен в четвертую графу i -й строки.

Формирование каузативной структуры проблем по выявленным в п. 2.1.2 связям между проблемами (см. табл. 2) является тривиальной процедурой, результаты которой очевидны и легко представимы и поэтому здесь опущены.

2.1.3. Анализ каузативной структуры проблем и определение главной проблемы

При выборе главной проблемы городского водоснабжения и водоотведения в рассматриваемой технологии анализа проблем используются два метода. Один из них, системно-аналитический, обеспечивает выбор главной проблемы в процесс анализа каузативной структуры, построенной в п. 2.1.3. Другой, экспертно-оценочный, обеспечивает выбор главной проблемы как элемента последовательности проблем, определенной с помощью экспертного коллектива. Одинаковость результатов, полученных обоими методами (или их совместимость в случае множественности проблем-претендентов на главную), повышает уверенность в правильности выбора. В противном случае необходим дополнительный анализ.

При выявленной совместимости результатов применения методов ранжирования (экспертно-оценочный [6]) и логико-лингвистического моделирования и анализа (системно-аналитический [7]) проблем в качестве главной определена следующая проблема – несоответствие качества результатов городского водоснабжения и водоотведения санитарно-гигиеническим нормативам.

2.1.4. Анализ главной проблемы и формирование структуры проблем

Формирование структуры проблем системы городского водоснабжения и водоотведения, которую в силу иерархического строения по аналогии с «деревом целей» называют «деревом проблем», осуществлено на основе схемы стратификации проблем (рис. 1).

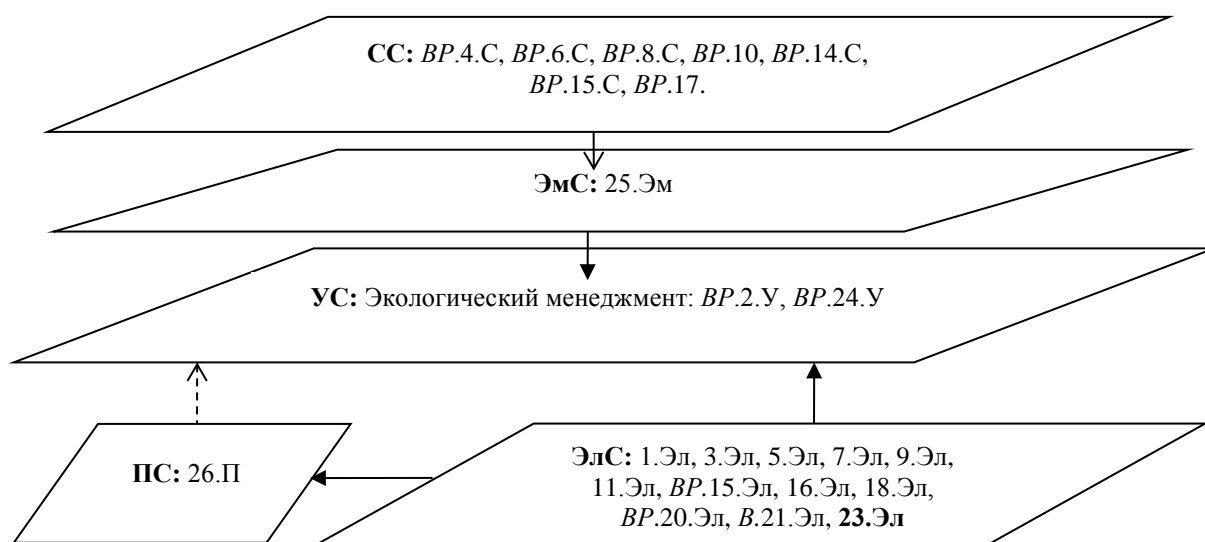


Рис.1. Схема стратификации проблем городской системы водоснабжения и водоотведения

Условные обозначения:

СС/ЭмС/УС/ЭкС/ПС/ЭлС – социальная/экономическая/управленческая/
производственная/экологическая страта;

-----> – отсутствие проблем производственного менеджмента.

2.2. Анализ целей

Анализ целей выполнен по схеме СЦ2. Структура целей изоморфна структуре проблем, сформированной в п. 2.1.5. Формулировки целей СЦ получены методом «отрицания» проблем.

Выводы

Природные и комплексные объекты типа промышленно-природных комплексов являются наиболее сложными, динамичными и в то же время наименее определенными системами.

Эффективному преодолению проблемных ситуаций, возникающих в таких системах и окружающей среде, способствует системный анализ, на начальных этапах которого осуществляется анализ проблем и целей как логического основания для синтеза системы целедостижения.

Использование предложенных схем и формализованных методов анализа проблем и целей водоснабжения и водоотведения г. Калининграда способствовало правильному доопределению и структурированию проблем и целей, обеспечило логическую корректность целей и их структур как логического основания для синтеза системы целедостижения типа городской системы водоснабжения и водоотведения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Государственный доклад «Об экологической обстановке в Калининградской области в 2015 году» (дата обращения: 10.03.2018).
2. Официальный сайт МП КХ «Водоканал» городского округа «Город Калининград» // Электронные дан. Режим доступа URL: <http://vk39.ru/> (дата обращения 10.03.2018).
3. Оптнер С. Системный анализ деловых и промышленных проблем. М.: Сов. радио, 1969. 216 с.

4. Лукьянова Л.М. Теоретико-методологические основы структурно-целевого анализа и синтеза организационно-технических комплексов. СПб.: Наука, 2006. 276 с.

5. Лукьянова Л.М. Методология автоматизированного формирования целей систем производственной сферы // Морские интеллектуальные технологии. № 3(37), Т. 1, 2017. С. 124–129.

6. Технология автоматизированного формирования системы целей организационно-технического комплекса производственной сферы: монография. Калининград: ФГБОУ ВПО «КГТУ», 2015. 71 с.

7. Лукьянова Л.М. Методология автоматизированного формирования систем целей в производственной сфере: монография. Калининград: ФГБОУ ВО «КГТУ», 2016. 405 с.

ANALYSIS OF THE PROBLEM SITUATION ON WATER SUPPLY AND WATER DISPOSAL IN KALININGRAD REGION AND SOME WAYS OF ITS OVERCOMING

Lukiyanova Ljudmila Mikhajlovna, Doctor of technical science, the active member of International academy of informatization

Kaliningrad State Technical University, Kaliningrad, Russia, e-mail: llm_llm@mail.ru

The problem situation that arose in the Kaliningrad water supply and sanitation and the environment is discussed. The necessity of a systems analysis of this situation and the goals for its overcoming, based on formal methods of analyzing problems and goals, is substantiated. The results of the analysis of problems and goals of the urban water supply and sanitation, using these methods, are presented.

УДК 504.45:574.52

ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПРУДА У СТАДИОНА «ПИОНЕР» (Г. КАЛИНИНГРАД) В 2017 Г.

Цупикова Надежда Александровна, канд. геол.-минерал. наук, доцент кафедры ихтиологии и экологии

Бугранова Олеся Сергеевна, ведущий инженер кафедры ихтиологии и экологии

Блоцкая Елизавета Николаевна, студентка кафедры ихтиологии и экологии

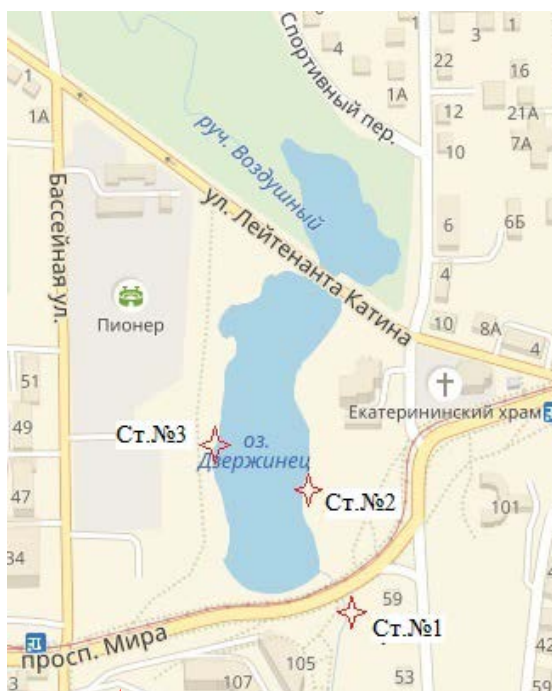
ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет»,
Калининград, Россия, e-mail: tsoupikova@klgtu.ru, olesya.bugranova@klgtu.ru,
lizablockaya@mail.ru

Впервые приведены результаты экологического мониторинга пруда у стадиона «Пионер». В экологический мониторинг, проводившийся в течение 2017 г., входили исследования гидрохимического состава и альгофлоры воды пруда. Целью работы является изучение качества воды в водоеме на основе анализа собранных данных (основные гидрохимические показатели, численность и биомасса фитопланктона) и оценка экологического состояния данного водоема. Исследования показали, что воды пруда сильно эвтрофированы, а экологическое состояние оценивается как неудовлетворительное

Пруд у стадиона «Пионер», заброшенный в настоящее время, потенциально (при условии очистки и благоустройства) может стать одной из чрезвычайно привлекательных для местных жителей внутригородских зон отдыха. Пруд располагается в Центральном районе г. Калининграда между улицами Бассейная и Спортивная, с южной стороны он ограничен проспектом Мира (рис. 1).

Бесхозность и безнадзорность водоема отразилась даже в его названии, точнее в отсутствии названия. До войны водоем носил название Хаммертайх (нем. Hammerteich – пруд Молот), что, вероятно, было связано с металлургическими мастерскими, находившимися ранее поблизости. Пруд предназначался для отдыха и купания, а прилегающая территория была частью «Зеленого пояса Кёнигсберга». С 1949 г. пруд именовался «Сталинградский» по названию «Сталинградский проспект», но на современных картах пруд остался без названия после переименования в 60-е гг. Сталинградского проспекта в проспект Мира [1]. В устной речи пруд называют «Пионерский», в официальных документах он часто значится как «пруд без названия на улице Катина», в градостроительных материалах фигурирует как озеро Держинец, но присвоение водоему и этого наименования не подтверждается никакими официальными документами [2].

Данный водный объект сооружен путем постройки плотины на ручье Воздушном, берущем начало из пруда Нескучного и протекающего в южном направлении до места впадения в р. Преголю. Пр. Нескучный, расположенный в конце улиц Яналова и Бассейной и в устном обиходе иногда именуемый «Питьевое озеро», окружен охраняемой санитарной зоной и Питьевым каналом связан с системой питьевых озер. Под пр. Мира ручей Воздушный забран в трубу, а на выходе водного потока сооружен небольшой каскад со шлюзовым домиком, украшенным в 1912 г. барельефом Геркулеса работы С. Кауэра.



★ – станции отбора проб
Рис. 1. Схема пруда у стадиона «Пионер»

В советский период пруд у стадиона «Пионер» также был оборудован для отдыха и купания, но в 1990-х гг. его берега пришли в запустение, шлюзовый домик был разрушен. В настоящее время водоем используется для стихийного неорганизованного отдыха и любительского рыболовства. Вдоль берегов обнаружены многочисленные кустрища и скопления бытовых отходов, берега активно зарастают дикими кустарниками

и травой. Поверхность воды засорена мусором, также большие скопления мусора и ряски наблюдаются у решетки шлюза. Однако расчистка русла ручья и благоустройство пруда не только улучшат эстетическое и экологическое состояние района, но и могли бы способствовать решению проблемы с подтоплениями улиц города во время дождевых паводков.

Целью данной работы являлась оценка экологического состояния пруда у стадиона «Пионер» на основе гидрохимических и альгологических исследований, которые позволяют определить показатели трофности водного объекта.

Материалы и методика

В основу работы положены данные мониторинга, проводимого в течение вегетационного периода 2017 г. (с марта по ноябрь) на трех станциях: две – в пруду и одна на ручье Воздушном, ниже каскада, что позволяет контролировать качество вод на выходе из пруда (рис. 1).

Сам пруд, по существу, представляет собой каскад, состоящий из двух водоемов, которые расположены по обе стороны от ул. Лейтенанта Катина. Исследуемый нами южный водоем, больше северного, однако тоже имеет небольшой размер. В соответствии с расчетами, выполненными при помощи Google Maps, его основные морфометрические характеристики составляют: длина – более 250 м, наибольшая ширина – около 85 м, средняя ширина – около 67 м, площадь водной поверхности – приблизительно 1,7 га, длина береговой линии – более 650 м.

В качестве основных гидрохимических показателей были выбраны концентрации биогенных веществ, содержание растворенного кислорода и величина перманганатной окисляемости. Отбор проб для гидрохимического и альгологического исследований осуществлялся с прибрежного поверхностного горизонта. Отобранный материал на исследование фитопланктона фиксировали раствором Люголя с добавлением ледяной уксусной кислоты и формалина, а концентрировали методом прямой мембранной фильтрации. Количественный и качественный анализ проб фитопланктона, а также гидрохимический анализ проб проводился в лаборатории КГТУ согласно общепринятым методикам [3 - 5]. Гидрохимические данные осреднены по трем станциям, данные по фитопланктону анализируются только по ст. № 2.

Результаты исследования

Анализ собранных гидрохимических материалов позволяет сказать, что воды пруда сильно загрязнены и очень сильно эвтрофированы (в отдельные месяцы по некоторым показателям на уровне до гипертрофных). Кислородные условия в основном характеризовались недосыщением на уровне 50-80 %, а в мае и августе был зафиксирован сильный дефицит (30 % и 45 % соответственно). Абсолютные концентрации кислорода изменялись в пределах от 2,8 до 10,8 мг/л (рис. 2),

В воде содержалось много легкоокисляемых органических веществ. В соответствии с классификацией О. А. Алекина, окисляемость воды исследуемого пруда повышенная. В июне ее величина поднималась до высокой и достигала своего максимального значения – 20,8 мгО/л, что указывает на раннее и сильное «цветение» водоема, связанное с его загрязнением биогенными веществами.

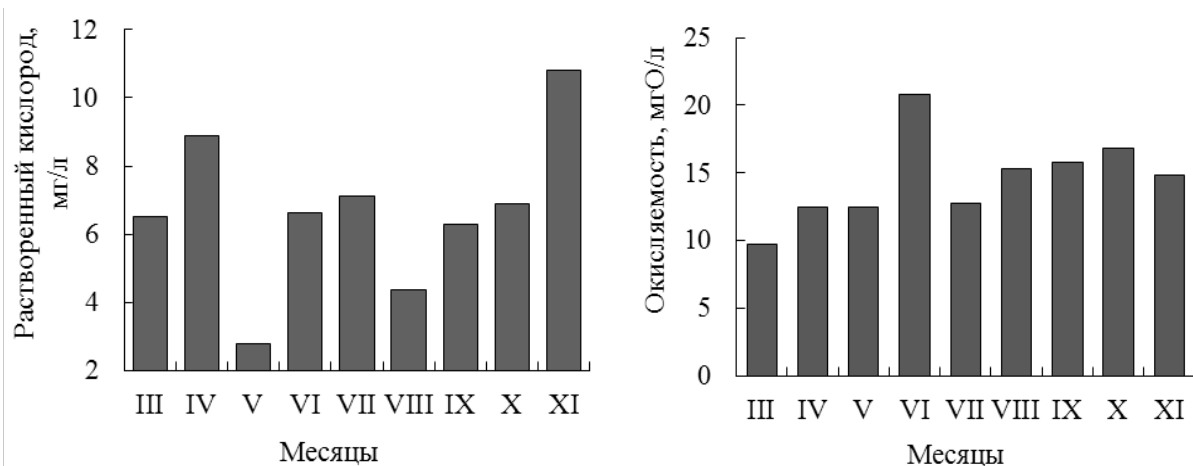


Рис. 2. Динамика содержания растворенного кислорода и величины перманганатной окисляемости

Воды исследуемого пруда богаты биогенами, их концентрации в период исследования почти всегда превышали рыбохозяйственные нормативы [6]. Например, для вод пруда характерно высокое содержание общего железа, на протяжении всего рассматриваемого периода отмечалось многократное превышение допустимых значений. Максимум был отмечен в августе, когда его концентрация достигла более 10 ПДК (рис. 3).

Содержание фосфатов было подвержено значительным колебаниям в течение вегетационного периода, поскольку оно зависит от соотношения интенсивности процессов фотосинтеза и биохимического окисления органических веществ. Минимальные концентрации фосфатов (в пределах допустимых значений) наблюдались в осенний и весенний период, начиная с мая и все лето рыбохозяйственные нормативы для эвтрофных водоемов были превышены до 2,5 раз. В целом такая динамика содержания фосфатов не соответствует нормальному сезонному ходу (рис. 3).

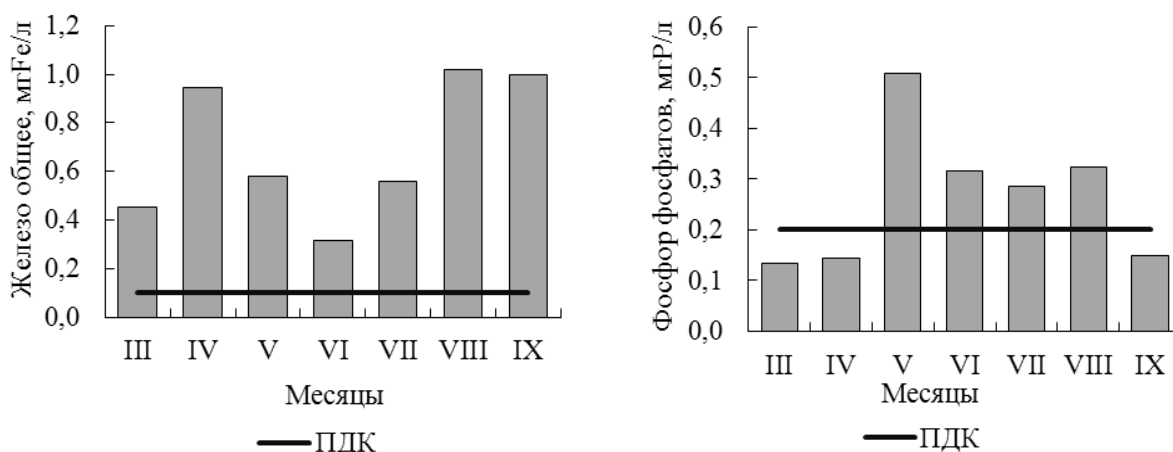


Рис. 3. Динамика содержания общего железа и фосфора фосфатов

Было также отмечено весьма высокое содержание соединений азота, концентрации которых достигли максимума в мае, как и содержание фосфатов: азота аммонийного – до 9,5 ПДК и нитритов – до 3,8 ПДК (рис. 4).

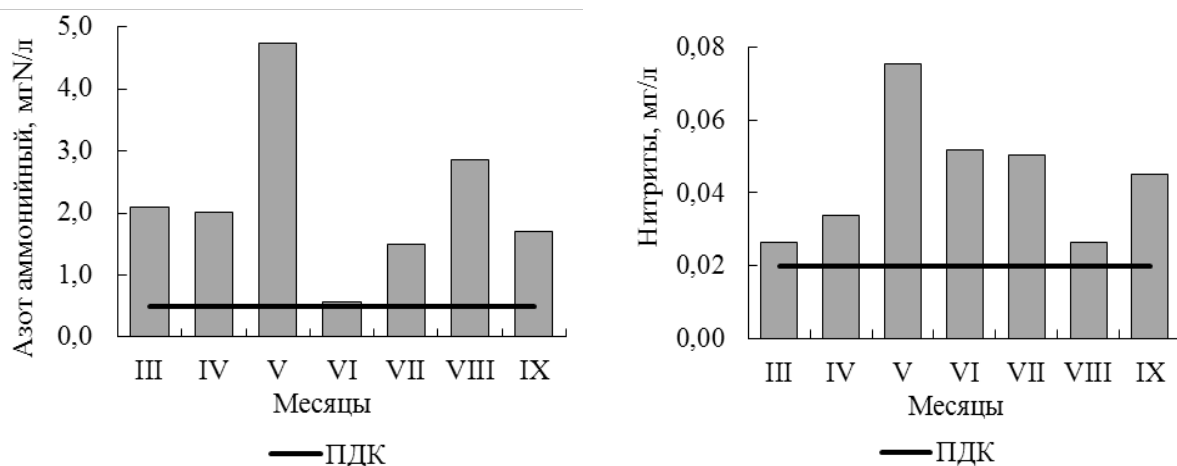


Рис. 4. Динамика содержания азота аммонийного и нитритов

Столь высокое содержание аммиака в водах исследуемого пруда объясняется поступлением в него различных стоков, в т. ч. диффузного, а также в пруд из ручья уже поступают воды, значительно загрязненные биогенными веществами, поскольку часть его русла на пути от пр. Нескучного на юг пролегает через садовые товарищества. Максимальные концентрации аммоний-иона чаще всего наблюдались в ручье Воздушном ниже изучаемого водоема.

Колебания содержания нитритов характеризуются ростом концентраций летом и снижением в начале весны. В целом практически в течение всего рассматриваемого периода содержание нитритов превышало предельно допустимые концентрации и варьировало от 0,026 до 0,075 мг/л. Это указывает на усиленный процесс нитрификации на начальном этапе разложения органических веществ (рис. 4).

Согласно ГОСТ 17.1.2.04-77 [7] (табл.), воды пруда оценивались как «загрязненные» по большинству исследованных показателей и соответствовали β - α – мезосапробному классу. Однако по содержанию азота аммонийного и фосфатов воды грязные, полисапробные.

Оценка трофности по показателям фитопланктона [8, 9] пруда (табл.) показала, что его также следует в основном отнести к категории эвтрофных.

Таблица

Качество воды пруда по трофо-сапробным показателям

Критерий	Осредненные данные	Класс сапробности	Тип трофии	Класс воды
Растворенный кислород, % насыщения	63	β – мезосапробный	эвтрофный	умеренно-загрязненная
Перманганатная окисляемость, мгО/л	14,5	β – мезосапробный	эвтрофный	умеренно-загрязненная
Азот аммонийный, мгN/л	2,20	ρ - сапробный	гипертрофный	грязная
Нитриты, мг/л	0,04	о-сапробный	мезотрофный	чистая
Фосфор фосфатов, мгP/л	0,27	α – мезосапробный	гипертрофный	загрязненная
Средняя биомасса фитопланктона за вегетационный период, Vf, мг/л	11,65	α – мезосапробный	гипертрофный	загрязненная
Индекс трофности, ИТ	62,79	β – мезосапробный	эвтрофный	умеренно-загрязненная
Численность фитопланктона, млн.кл./л	33,34	β – мезосапробный	эвтрофный	умеренно-загрязненная

Критерий	Осредненные данные	Класс сапробности	Тип трофии	Класс воды
Индекс сапробности	2,20	β – мезосапробный	эвтрофный	умеренно-загрязненная

За время наблюдения в пруду было обнаружено 115 таксонов, рангом на уровне рода и ниже. Основу альгофлоры пруда составляют водоросли отдела Chlorophyta (47 %). Диатомовые (Bacillariophyta), цианопрокариоты (Cyanoprokaryota) и эвгленовые (Euglenophyta) представлены 17 %, 14 % и 11 % соответственно. Такое соотношение в доминировании таксономических отделов характерно для других водоемов города [10 - 12] и малых водоемов Европейской части России [13]. Крпифитовые (Cryptophyta), динофитовые (Dinophyta), стрептофитовые (Streptophyta) и золотистые (Chrysophyta) водоросли были представлены менее значительно и составляли в сумме 12 % от общего таксономического состава в период исследования.

Динамика численности фитопланктона в 2017 г. (рис. 5) характеризовалась тремя пиками в течение года: весенний, летний и осенний. Весенний скачок численности наблюдался в апреле (> 40 млн кл./л) и был сформирован на 89 % диатомовыми водорослями, главным образом представителями родов *Cyclotella* (Kützing) Brébisson и *Stephanodiscus* Ehrenberg. Возможно, именно он обеспечил резкий рост содержания почти всех биогенов в мае, в результате деструкции органического вещества массовых форм короткоживущих планктонных организмов. Летний (наиболее значительный) скачок приходился на август (> 100 млн кл./л) и сформирован на 82 % цианопрокариотами (*p. Merismopedia* F.J.F. Meyen и *p. Microcystis* Lemmermann). Именно в этот период наблюдалось максимальное содержание железа (более 1 мг/л). Являясь биологически активным элементом, железо оказывало непосредственное влияние на интенсивность развития альгофлоры водоема. В октябре был отмечен осенний пик численности, слегка уступающий весеннему по своей интенсивности (~ 40 млн кл./л), сформированный на 58 % зелеными водорослями (*p. Oocystis* A. Braun) и 39 % цианопрокариотами (*p. Oscillatoria* Vaucher ex Gomont). Спад численности приходился на май и ноябрь, значения численности составляли < 3 и < 1 млн кл./л соответственно.

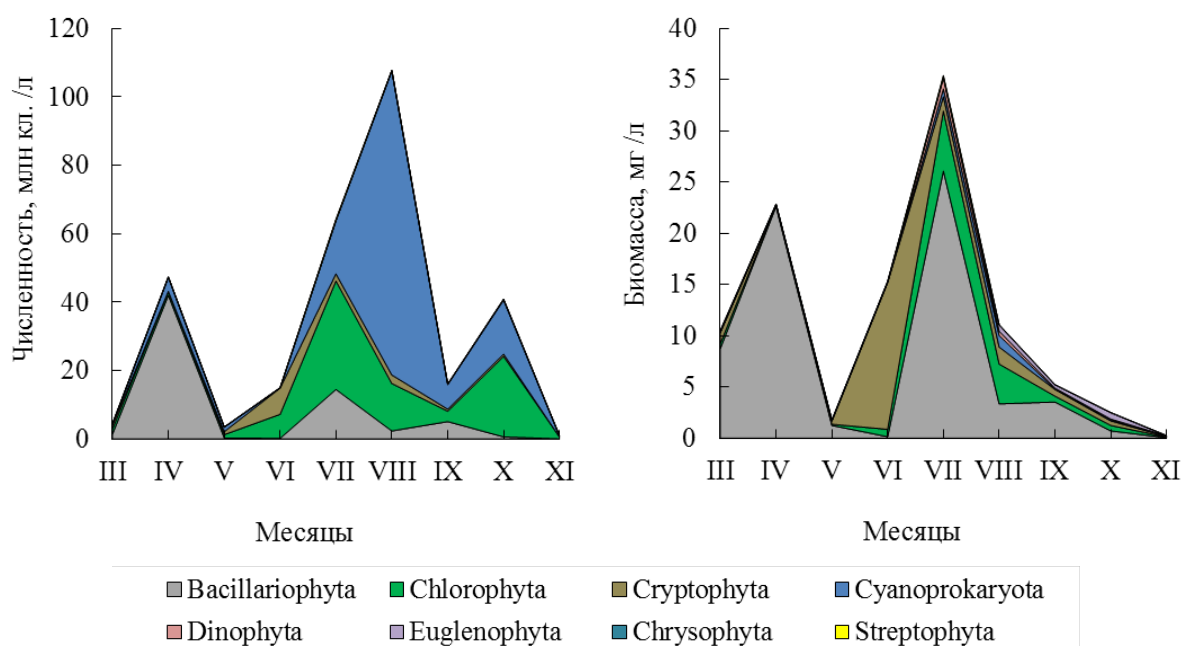


Рис. 5. Динамика общей численности и биомассы основных групп фитопланктона пруда

Динамика биомассы фитопланктона в течение года обрисовывалась двумя большими вершинами весной и летом. Весенний максимум значений биомассы наблюдался в апреле, соответствовал пику численности в этот период и на 99 % был сформирован диатомовыми водорослями, главным образом водоросли родов *Cyclotella* и *Stephanodiscus*. Летнего максимума значения биомассы достигали в июне, обусловленные на 74 % диатомовыми (в основном *Melosira granulata* (Ehrenberg) Ralfs) и 17 % зелеными водорослями. Минимальные значения биомассы соответствовали спадам численности в мае и ноябре и составляли < 2 и < 1 мг/л.

Сапробиологический анализ показал, что > 40 % выявленных видов являются видами-индикаторами сапробности среды. По этому показателю альгофлора пруда была представлена: β – мезосапробами (66 %), α - β – мезосапробами (14 %), β - α – мезосапробами (6 %), α – мезосапробами и β – мезо- ρ – сапробами (по 4 % каждые) и α – сапробами, α – мезо- ρ – и β – мезо- α – сапробами (по 2 % каждые). Согласно значению вычисленного [14] индекса сапробности (2,20), воды пруда относятся к категории «умеренно загрязненные» (β – мезосапробный класс).

В исследованных пробах были зарегистрированы токсичные виды водорослей из отдела Cyanoprokaryota – *Anabaena circinalis* Rabenh. ex Born. & Flah., *Anabaena spiroides* Kleb., *Microcystis aeruginosa* (Kützing) Kütz., *Planktothrix agardhii* (Gom.) Anag. et Kom. *Microcystis aeruginosa* во время «цветения» пруда (август 2017 г.) отмечен в массовых количествах. Эти виды являются потенциально опасными для человека и животных в связи с продуцируемыми ими гепато- и нейротоксинами [15].

Заключение

Проведенные исследования показали, что пруд у стадиона «Пионер» в г. Калининграде по исследованным гидрохимическим показателям может быть отнесен к политрофному типу водоемов. Согласно оценкам трофности и сапробности по фитопланктону и большинству гидрохимических показателей воды пруда оценивались как мезосапробные. Это малый пруд, антропогенно-эвтрофированный и подверженный сильной биогенной нагрузке. В частности, индикатором неблагоприятного санитарного состояния данного водоема являлась повышенная концентрация ионов аммония, которая соответствует уровню грязных, а в мае – очень грязных вод [16]. Низкое качество вод пруда может затруднять дальнейшее рекреационное развитие территории, прилегающей к пруду и к ручью Воздушному, несмотря на имеющиеся планы ее благоустройства [17].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Официальный сайт администрации городского округа «Город Калининград» / Очерки А.Б.Губина / Губин А.Б. Топонимика Калининграда. Реки и водоемы // Электрон. дан. Режим доступа URL: http://www.klgd.ru/city/history/gubin/reservoir.php#_edn53 (http://www.klgd.ru/city/history/gubin/reservoir.php#_edn53) (дата обращения 15.06.2018)
2. ИА Русский Запад / В Калининграде нашли озеро с неподтверждённым названием (карта) // Электрон. дан. Режим доступа URL: <http://ruwest.ru/news/75026/> (<http://ruwest.ru/news/75026/>) (дата обращения 15.06.2018)
3. Методика изучения биогеоценозов внутренних водоемов. М.: Наука, 1975. 240 с.
4. Руководство по методам гидробиологического анализа поверхностных вод и донных отложений / Под ред. Абакумова В.А. Л.: Гидрометеиздат, 1983. 318 с.
5. Семенов А. Д. Руководство по химическому анализу поверхностных вод суши. – Л.: Гидрометеиздат, 1977. 541с.

6. Приказ Федерального агентства по рыболовству от 04.08.2009 г. № 695 «Об утверждении методических указаний по разработке нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения» // «Бюллетень нормативных актов федеральных органов исполнительной власти». 2009. № 43.
7. ГОСТ 17.1.2.04-77 Охрана природы. Гидросфера. Показатели состояния и правила таксации рыбохозяйственных водных объектов // Сб. ГОСТов. М.: ИПК Издательство стандартов, 2000. – С.51-62.
8. Дмитриев В.В. Оценка экологического состояния водных объектов суши. Экология. Безопасность. Жизнь. Экологический опыт гражданских, общественных инициатив. Гатчина, 1999. С. 200-217.
9. Унифицированные методы исследования качества вод: Методы биологического анализа вод. М.: СЭВ, 1975. Ч.3. 176 с.
10. Бугранова О.С., Цупикова Н.А., Костыря Ю.С. Оценка экологического состояния западной части пруда Форелевого (г. Калининград) // Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промышленное и техническое использование: материалы VIII Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 75-летию рыбохозяйственного образования на Камчатке (12-14 апреля 2017): в 2 ч./ отв. за вып. Н. Г. Ключкова. Ч. II. Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2017. С. 84-89.
11. Бугранова О. С., Цупикова Н. А., Лозицкая Е. А. Сезонная изменчивость фитопланктона на фоне гидрохимических показателей пруда Пелавского (г. Калининград) в 2015-2016 годах // Известия КГТУ. 2017. №47. С. 22-33.
12. Бугранова О. С., Цупикова Н. А., Дроздова А. С. Сезонная динамика развития фитопланктона пруда Поплавок (г. Калининград) в 2015 году // Ученые записки Крымского федерального университета имени В. И. Вернадского. Биология. Химия. 2017. №Том 3 (69). С. 18-32.
13. Охупкин А.Г. Юлова Г.А., Старцева Н.А. Состав и эколого-флористическая характеристика фитопланктона малых водоемов урбанизированных территорий (на примере города Нижнего Новгорода) // Бот. журн. 2002. Т.87. № 2. С. 78-88.
14. Sládeček V. System of water quality from the biological point of view. Ergebnisse der Limnol. 1973. №Н. 7. P. 218.
15. Водоросли, вызывающие «цветение» водоемов Северо-Запада России. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2006. 367 с.
16. Былинкина А. А., Драчев С. М., Ицкова А. И. О приемах графического изображения аналитических данных о состоянии водоемов // Материалы 16-го совещания Гидрохимического ин-та АН СССР. Новочеркасск: АН СССР, 1962. С. 8-15.
17. Информационно-аналитический портал Калининграда Калининград.Ru / В Калининграде хотят благоустроить территорию вдоль Воздушного ручья // Электрон. дан. Режим доступа URL: <https://kgd.ru/news/society/item/57535-v-kaliningrade-hotyat-blagoustroit-territoriyu-vdol-vozdushnogo-ruchya> (<https://kgd.ru/news/society/item/57535-v-kaliningrade-hotyat-blagoustroit-territoriyu-vdol-vozdushnogo-ruchya>) (дата обращения 15.06.2018)

ESTIMATION OF ENVIRONMENTAL STATE OF THE POND NEAR THE PIONEER STADIUM (KALININGRAD) IN 2017

Tsoupikova Nadezhda Aleksandrovna, Candidate of Geological and Mineralogical Sciences, Associate Professor of Ichthyology and Ecology Department
Bugranova Olesya Sergeevna, leading engineer of Ichthyology and Ecology Department
Blotskaya Elizaveta Nikolaevna, student of Ichthyology and Ecology Department

Kaliningrad State Technical University, Kaliningrad, Russia,
e-mail: tsoupikova@klgtu.ru, olesya.bugranova@klgtu.ru, lizablockaya@mail.ru

This paper represents the first results of environmental monitoring of the pond in the vicinity of the Pioneer stadium. The environmental monitoring carried out during the year 2017 included hydrochemical investigation and studies of the algal flora of the pond water. The objective of the work is to analyze the collected data regarding water quality (main hydrochemical indicators, phytoplankton abundance and biomass) and assess the ecological status of this reservoir. Our researches have shown that the pond water is strongly eutrophic, and its ecological state is estimated as poor.

УДК 504.453

ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РЕКИ ЗАБАВА (КАЛИНИНГРАДСКАЯ ОБЛАСТЬ)

Цупикова Надежда Александровна, канд. геол.-минерал. наук, доцент кафедры ихтиологии и экологии
Костыря Юлия Сергеевна, студент магистратуры

ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет»,
Калининград, Россия, e-mail: tsoupikova@klgtu.ru, yuliya_25@mail.ru

Работа основана на данных рейдовых наблюдений, проводившихся на реке Забава в холодное время года. В статье приводится общая геоэкологическая характеристика водотока, особое внимание при этом уделено гидрохимическим показателям, которые в комплексе позволяют оценить экологическое состояние этой малой реки, имеющей высокую рыбохозяйственную ценность, как умеренно загрязненной, бета-мезосапробной

Река Забава – одна из малых рек (длина 12 км, площадь водосборного бассейна – около 17 км²) северной части Калининградского полуострова, впадающая в Балтийское море. Она является местом нереста таких ценных видов рыб, как балтийский лосось и кумжа [1]. Это водоток высшей рыбохозяйственной категории, который берет начало из небольшого лесного озера на высоте около 70 м над уровнем моря. Верховья Забавы

расположены в пределах возвышенной холмисто-котловинной равнины на песчано-гравийных и валунно-суглинистых моренных отложениях, с бурыми лесными и дерново-слабоподзолистыми почвами, занятыми, в основном, елово-сосново-широколиственными лесами и сельскохозяйственными угодьями [2].

В верхнем и среднем течении река протекает в живописной глубокой долине, прорезающей камы и озы Самбийского моренного плато, от пос. Романово до проселочной дороги на пос. Куликово долина имеет хорошо выраженную трапециевидную форму, местами с четкими террасами. Уклон дна в этой части составляет 0,007. Ширина реки здесь 4-5, глубина 0,5-0,8 м; дно песчаное, местами гравийное и галечное. В долине и русле встречаются валуны, иногда весьма крупных размеров, нередко (в лесу) покрытые мхом.

В среднем течении (в районе пос. Романово) на р. Забава сооружен каскад из двух прудов (более крупный – пр. Пугачевский) и на выходе из каскада расположена заброшенная малая гидроэлектростанция. Местность рядом с гидротехническими сооружениями покрыта плотной растительностью. В самой реке находятся обломки разрушенного лотка быстротока (рис. 1).



Рис. 1. Разрушенный лоток быстротока (апрель 2018 г., фото автора)

Приустьевая часть неглубокая, глубина не превышает 0,3 м. Русло здесь извилистое, блуждающее, зависит от преобладающих ветров и работы волн (рис. 2).



Рис. 2. Приустьевая часть р. Забава (апрель 2018 г., фото автора)

Устье сильно замусорено корягами, которые почти полностью перегораживают его; имеются небольшие островки, поросшие травой. Ширина русла заметно меняется, значительные расширения чередуются с узкостями. Дно песчаное, правый берег – в небольших валунах. Само устье представляет собой пережат с большим уклоном дна в сторону моря (рис. 3).



Рис. 3. Устье р. Забава (апрель 2018 г., фото автора)

На расстоянии примерно 0,4 км от устья река забрана в трубоперезды (по два параллельных) под дорожным покрытием, которые могут осложнять движение проходных рыб (рис. 4). Между дорогами имеется озеровидное расширение русла.



Рис. 4. Выход реки из нижних трубопереездов (апрель 2018 г., фото автора)

На своем протяжении водоток протекает только через один населенный пункт – пос. Романово, один из крупнейших в МО «Зеленоградский городской округ», с населением 1,1 тыс. чел. Кроме того, в пос. Романово функционирует подземное хранилище газа. В состав комплекса входят пять резервуаров общей вместимостью 391,2 млн. м³ газа [3]. Дополнительным источником воздействия и потенциального поступления загрязненных стоков является популярный рекреационный объект – Деревни викингов Кауп, также развивающийся в пос. Романово. Только в 2017 г. в ходе краткосрочных однодневных мероприятий ее территорию посетили 7 тыс. чел. во время ежегодного фестиваля эпохи викингов и еще 2,5 тыс. чел. – участники и гости детского фестиваля «Сказочная деревня» [4].

В работе были использованы данные рейдовых наблюдений на реке Забава, периодически проводимых кафедрой ихтиологии и экологии в холодное время года. Выбор осенне-весеннего сезона для наблюдений обусловлен тем, что в 1990-е гг. исследователи систематически отмечали резкое ухудшение гидрохимических условий в реке, свидетельствующих о загрязнении [5]. Пробы воды, помимо приустьевое участка (ст. 1 расположена в 50 м выше впадения водотока в Балтийское море), отбирались на выходе реки из нижних трубопереездов (ст. 2), и на выходе из прудов, неподалеку от пос. Романово (ст. 3) (рис. 5).

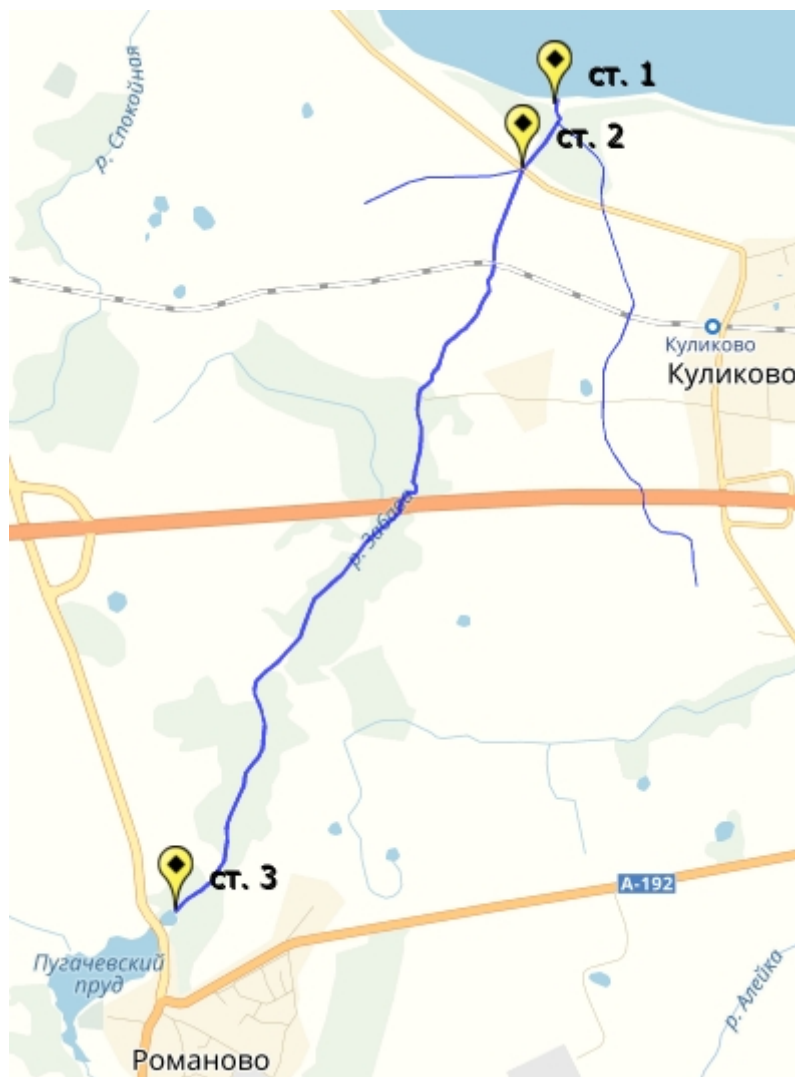


Рис. 5. Расположение станций мониторинга на р. Забава

В ходе гидрохимического анализа были определены следующие показатели: растворенный кислород, величина перманганатной окисляемости, содержание азота аммонийного, фосфатов, нитритов, общего железа, позволяющие оценить экологическое состояние водного объекта. Данные, представленные в результатах, осреднены по станциям.

В рассматриваемый период в целом в водотоке складывались довольно благоприятные кислородные условия, однако в последние годы весной наблюдалось снижение содержания растворенного кислорода в воде (до $6,2 \text{ мг/дм}^3$ на ст. 1 в апреле 2018 г., что соответствует менее 50 % насыщения).

Количество органических веществ в воде Забавы в основном было не слишком значительным, в большинстве случаев (в ноябре 2009 г., марте 2010 г. и апреле 2018 г.) величина перманганатной окисляемости в соответствии с классификацией О. А. Алекина [6] попадает в класс «средняя» ($5-10 \text{ мг/дм}^3$). Это связано с понижением содержания органических веществ в периоды паводков. Однако в марте 2017 г. наблюдалась высокая окисляемость (более 20 мг/дм^3), несмотря на обильные осадки (рис. 6).

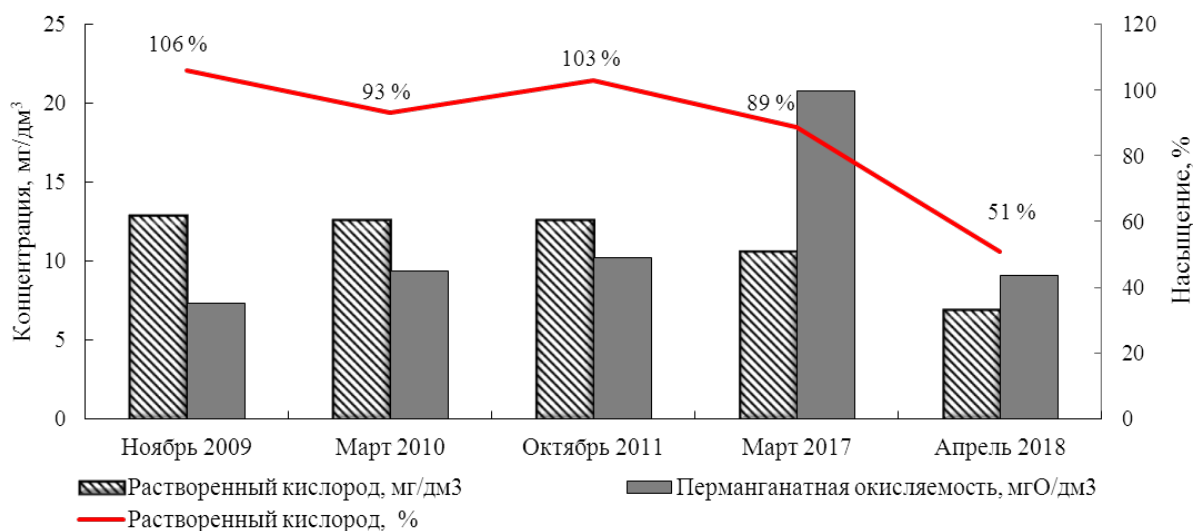


Рис. 6. Растворенный кислород, мг/дм³ и %, и перманганатная окисляемость, мгО/дм³

Азотсодержащие соединения являются важнейшими из биогенных веществ, но их повышенное содержание позволяет предположить существование внешних источников загрязнения водного объекта. Так, по концентрации ионов аммония (рис. 7) воды реки Забавы можно оценить как загрязненные [7]. В ходе последних наблюдений она часто превышала ПДК для водных объектов рыбохозяйственного назначения [8]. В октябре содержание 2011 г. азота аммонийного достигало максимальных значений за исследуемый период (более 0,8 мг/дм³), что могло быть следствием диффузного выноса с сельскохозяйственных территорий, в частности, при смыве с полей удобрений, применяемых для подкормки озимых культур. В период 2006-2016 гг. в ассортименте поступивших в Калининградскую область удобрений отмечается стойкое преобладание азотных удобрений (81,5%), из них 64,1% приходится на аммиачную селитру и 18,2% – сульфат аммония [9].

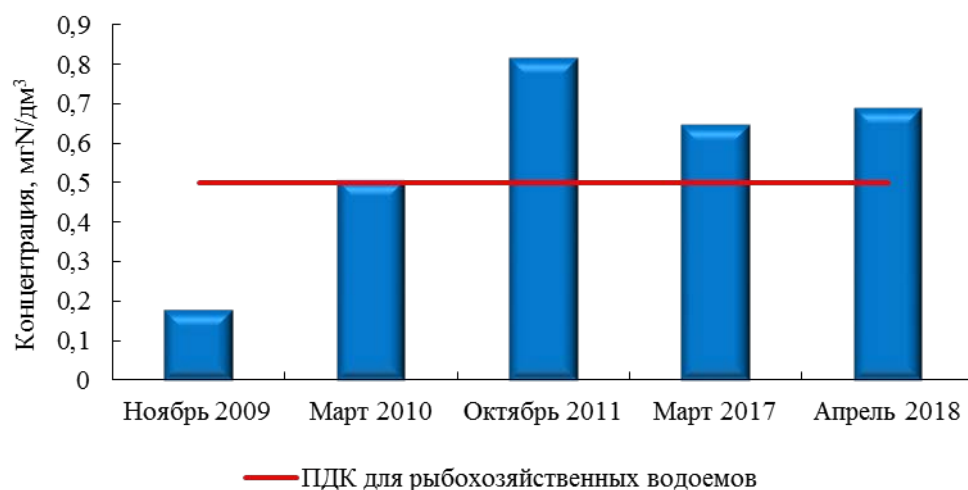


Рис. 7. Азот аммонийный, мгN/дм³

Нитриты являются промежуточным звеном нитрификации и малостойки, поэтому концентрация их в естественных условиях крайне мала. Содержание нитритов в те-

чение большей части рассматриваемого периода оказалось в пределах нормы (рис. 8), хотя и находились на пределе этой нормы ($0,02 \text{ мг/дм}^3$) в марте 2010 г.

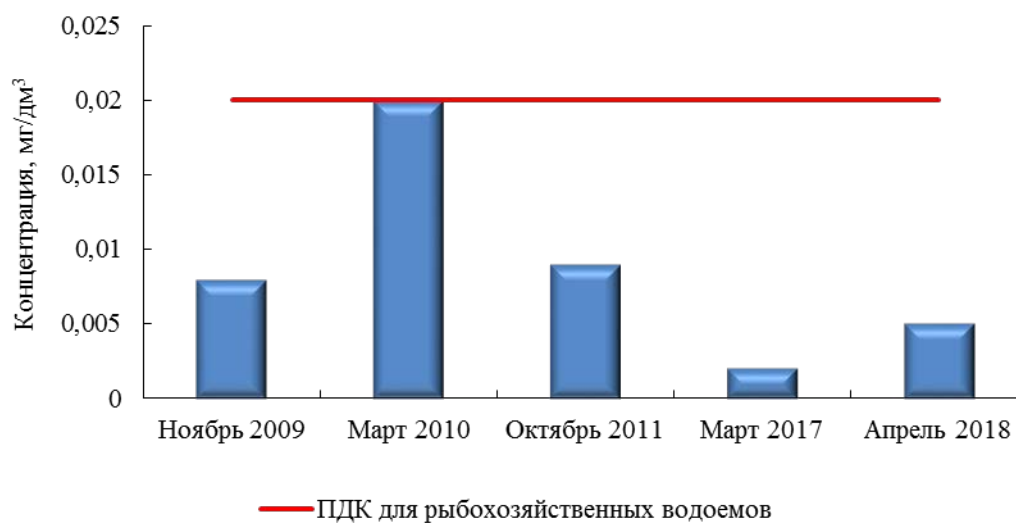


Рис. 8. Нитриты, мг/дм^3

Содержание фосфатов, как и нитритов, не превышало нормативных значений (рис. 9) в течение всего периода наблюдений. Следует отметить, что доля фосфора в действующем веществе применяемых в Калининградской области средств химизации в земледелии в 2016 г. составила лишь 9 %, хотя его физический вес продолжает увеличиваться [9].

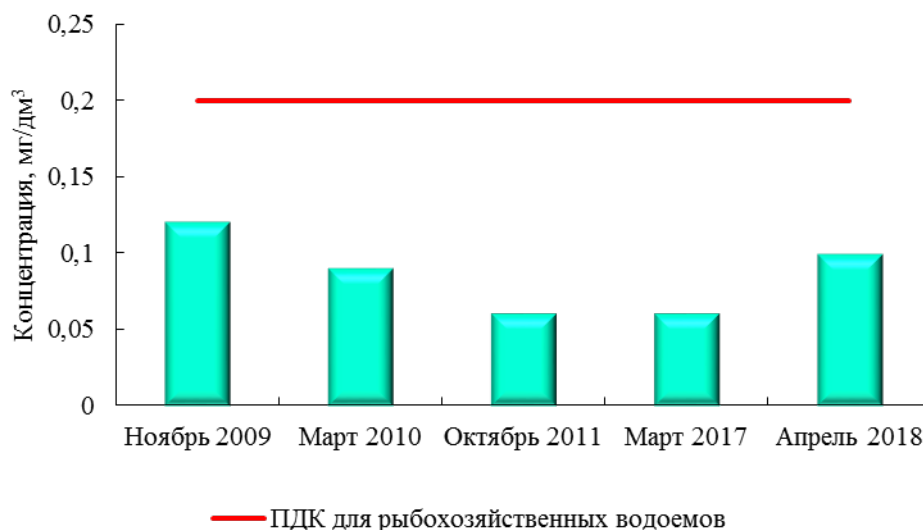


Рис. 9. Фосфаты, мг/дм^3

Как и в других реках Калининградской области, для Забавы характерно достаточно высокое содержание общего железа, связанное с особенностями геологического строения региона [9]. Высокая концентрация в октябре 2011 г. (более $0,6 \text{ мг/дм}^3$) могла

стать следствием предшествовавшего засушливого периода, это привело к снижению водности реки и увеличению доли грунтовых вод в ее питании (рис. 10).

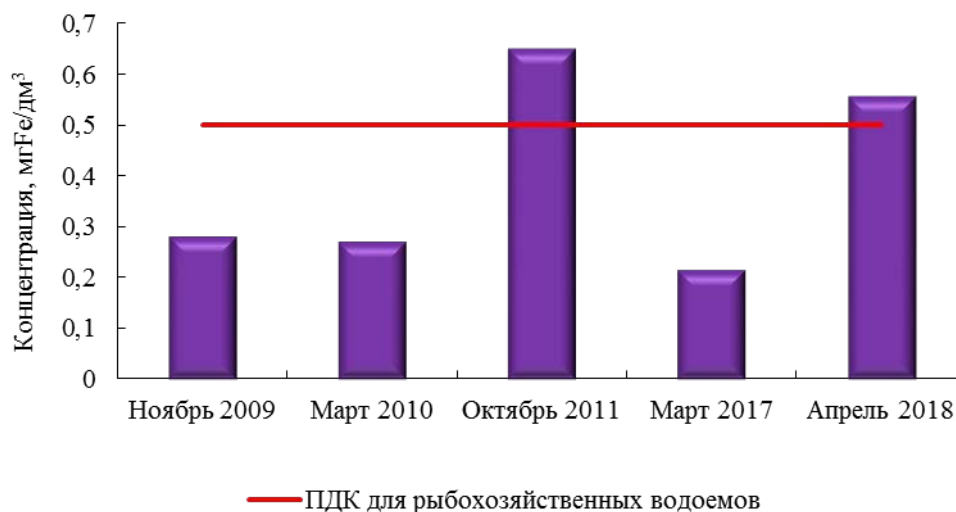


Рис. 10. Железо общее, мгFe/дм³

В соответствии с нормативами качества воды для объектов рыбохозяйственного назначения [8] воды реки Забава, по большинству рассмотренных показателей отвечают предъявляемым требованиям. Отдельные превышения по некоторым веществам (азот аммонийный, железо общее) часто связаны с особенностями погодных условий в конкретный месяц. Это нередко свойственно малым рек с их ярко выраженной зависимостью водности, гидрологического режима и, как следствие, качества воды от погодных факторов.

Согласно ГОСТ 17.1.2.04-77 [7] воды реки Забава в течение рассматриваемого периода оцениваются как «умеренно загрязненные» по большинству исследованных показателей, что соответствует бета-мезосапробному классу. Однако по некоторым гидрохимическим показателям (нитриты) ее воды являются чистыми (олигосапробными).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. К биологии балтийского лосося (*Salmo salar* L) и кумжи (*Salmo trutta* L) водоемов Калининградской области / К.В. Тылик, С.В. Шibaев // Теоретические и прикладные аспекты биологии. Калининград, 1997. С. 10-12.
2. Орленок В.В. Географический атлас Калининградской области / Гл. редактор Орленок В.В. Калининград: Изд-во КГУ; ЦНИТ, 2002. 276 с.
3. Паспорт МО “Зеленоградский городской округ” 2016 год // Электрон. дан. Режим доступа URL: http://www.zelenogradsk.com/rayon/general-information/?ELEMENT_ID=12125 (дата обращения 25.06.2018)
4. Паспорт МО “Зеленоградский городской округ” 2017 год // Электрон. дан. Режим доступа URL: http://www.zelenogradsk.com/rayon/general-information/?ELEMENT_ID=12204 (дата обращения 25.06.2018)
5. Краснов Е.В., Блажчишин А.И., Шкицкий В.А. Экология Калининградской области. Калининград: Янтар. сказ, 1999. 188 с.
6. Алекин О. А. Основы гидрохимии. Л.: Гидрометеиздат, 1970. 443 с.

7. ГОСТ 17.1.2.04-77 Охрана природы. Гидросфера. Показатели состояния и правила таксации рыбохозяйственных водных объектов // Сб. ГОСТов. М.: ИПК Издательство стандартов, 2000. С. 51-62.

8. Приказ Министерства сельского хозяйства Российской Федерации от 13 декабря 2016 г. № 552 «Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения» // СПС КонсультантПлюс.

9. Государственный доклад «Об экологической обстановке в Калининградской области в 2016 году» Министерство природных ресурсов и экологии Калининградской области, 2017. 222 с.

GEOECOLOGICAL PROFILE OF THE ZABAVA RIVER (KALININGRAD REGION)

Tsoupikova Nadezhda Aleksandrovna, Candidate of Geological and Mineralogical Sciences, Associate Professor of Ichthyology and Ecology Department
Kostyrya Julia Sergeevna, student

Kaliningrad State Technical University, Kaliningrad, Russia,
e-mail: tsoupikova@klgtu.ru, yuliya_25@mail.ru

The work is based on data obtained during raid observations conducted on the Zabava River within the cold season. The article describes general geoecological characteristics of the watercourse, special attention is paid to hydrochemical indicators, which in a complex make it possible to assess the ecological state of this small river, which has a high commercial fishery value as moderately contaminated, betamesosaprobic waters.