

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО РЫБОЛОВСТВУ



Дальневосточный государственный технический
рыбохозяйственный университет

**НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ
РЕГУЛИРОВАНИЯ РЫБОЛОВСТВА**

**Материалы IV Международной научно-технической
конференции**

(Владивосток, 18–19 мая 2017 года)

**Владивосток
Дальрыбвтуз
2017**

УДК 639.2.06
ББК 47.2
Н34

Организационный комитет конференции:

Председатель – канд. техн. наук, доцент, директор Института рыболовства и аквакультуры (ИРиА) ФГБОУ ВО «Дальрыбвтуз» Бойцов Анатолий Николаевич.

Зам. председателя – доктор биол. наук, профессор кафедры «Экология и природопользование» ИРиА ФГБОУ ВО «Дальрыбвтуз» Буторина Тамара Евгеньевна.

Ответственный секретарь – канд. биол. наук, доцент, и.о. зав. кафедрой «Водные биоресурсы и аквакультура»; зам. директора ИРиА ФГБОУ ВО «Дальрыбвтуз» по научной работе Матросова Инга Владимировна.

Адрес оргкомитета конференции:

690087, г. Владивосток
ул. Луговая, 52б, каб. 111 «Б»
Дальневосточный государственный технический
рыбохозяйственный университет,
Телефон: (423) 290-46-46; (423) 244-11-76
[http:// www.dalrybvtuz.ru](http://www.dalrybvtuz.ru)
E-mail: ingavladm@mail.ru

Н34 **Научно-практические вопросы регулирования рыболовства** : материалы IV Международ. науч.-техн. конф. – Владивосток : Дальрыбвтуз, 2017. – 320 с.
ISBN 978-5-88871-700-4

Представлены материалы, посвященные рациональному использованию водных биологических ресурсов, искусственному воспроизводству гидробионтов, экологическим проблемам, вопросам рыбохозяйственного образования, а также международному сотрудничеству в области аквакультуры и рыболовства.

УДК 639.2.06
ББК 47.2

ISBN 978-5-88871-700-4

© Дальневосточный государственный
технический рыбохозяйственный
университет, 2017

Секция 1. НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ ОРГАНИЗАЦИИ И РЕГУЛИРОВАНИЯ РЫБОЛОВСТВА

УДК 639.227.2

А.Н. Бойцов, В.Е. Стрельникова, К.А. Белова,
Е.В. Осипов, А.И. Шевченко, Д.А. Пилипчук
ФГБОУ ВО «Дальрыбвтуз», Владивосток, Россия

ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ УСТЬЕВОЙ ЧАСТИ ТРАЛА ДЛЯ ПРОМЫСЛА ЛЕТНИХ СКОПЛЕНИЙ СКУМБРИИ

Возобновление промысла скумбрии связано с увеличением её запасов. Проанализированы летние скопления японской скумбрии и приведены показатели достаточных раскрытий входного устья трала. Путем численного моделирования проведены сравнения трех конструкций тралов для промысла японской скумбрии и даны рекомендации по их настройке.

По прогнозам ученых ТИНРО-Центра крупномасштабной вспышки численности скумбрии ожидаются в 2015–2025 гг. [1], что подтверждают исследования в 2015–2016 гг. При этом характер промысловых скоплений соответствует предыдущему историческому этапу промысла скумбрии отечественным рыбопромысловым флотом.

Поэтому скумбрия является привычным для дальневосточных рыбаков объектом тралового лова. Однако характер скоплений и подходы к характеристикам тралов влияют на эффективность тралового промысла. Работами по выявлению этих факторов занимались многие советские и зарубежные исследователи: Ф.И. Баранов, А.Л. Фридман, Н.Н. Виноградов, М.М. Розенштейн, В.Н. Войниканис-Мирский и др. Анализируя работы указанных авторов, можно заметить, что большинство из них приходят к выводу, что уловистость трала зависит от величины параметров устья, а создания тралов со все большим вертикальным раскрытием может привести к бесполезной затрате буксировочной мощности судов [2], что скажется на эффективности тралового промысла в целом.

На успех промысла влияют следующие факторы: биологическое состояние объекта лова, его поведение, степень концентрации, распределение, реакция на отдельные предметы, скорость траления, параметры устья и т.д. Следовательно, для обоснования параметров орудий лова необходимо проводить классификацию скоплений в районах возможного промысла по видам рыб и сезонам года, получения количественных величин показателей реакций и их учета в расчетных формулах с целью обоснования параметров устья трала.

Анализ эхограмм и результатов траловых уловов НИС «ТИНРО» летом 2016 г. в районе Южных Курил позволил идентифицировать характерные акустические изображения «чистых» и «смешанных» скоплений японской скумбрии в различное время суток [3].

Вертикальное распределение скумбрии во время тралово-акустических съемок ограничивается слоем температурного скачка (термоклином) и варьируется от 35 до 43 м. В дневное время суток скопления скумбрии регистрировались эхолотом в виде разрозненных плотных косяков или групп косяков в приповерхностных горизонтах до 30 м, активно избегающих шумовое поле судна. Японская скумбрия в дневное время образовывала мелкие подвижные косяки высокой плотности высотой 3–6 м и горизонтальной протяженностью 12–30 м (рис. 1). Рассчитанная эхоинтеграционным методом биомасса зарегистрированных косяков скумбрии варьировала от 1,8 до 49,1 т (в среднем 14,3 т) [3].

В тех же горизонтах, что и скумбрия, располагаются скопления дальневосточной сардины, что часто приводит к образованию смешанных агрегаций (рис. 2).

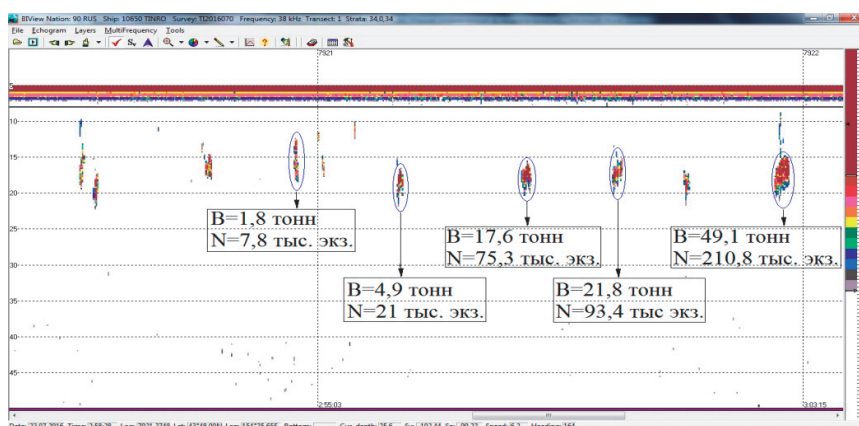


Рис. 1. Фрагмент эхограммы японской скумбрии с оценками численности и биомассы косяков, светлое время суток (рейсовый отчет НИС «ТИНРО», лето 2016 г.)

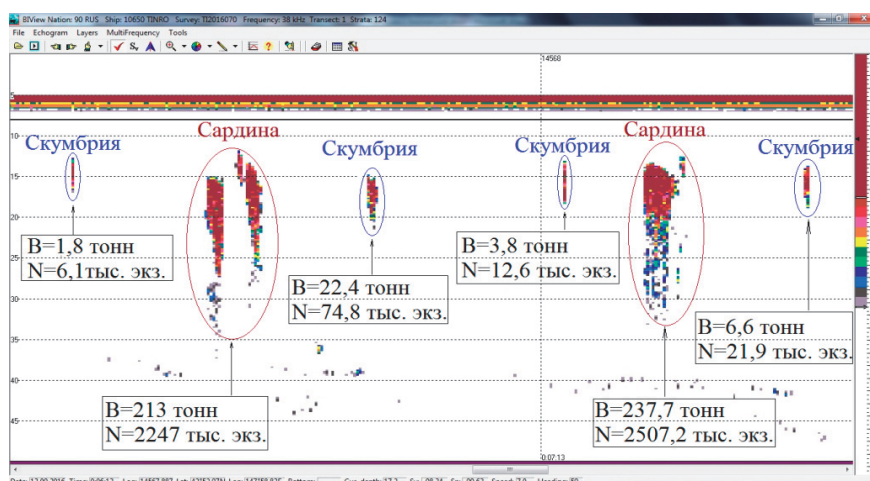


Рис. 2. Фрагмент эхограммы смешанных скоплений сардины и скумбрии с оценками численности и биомассы косяков, светлое время суток (рейсовый отчет НИС «ТИНРО», лето 2016 г.)

Ночью косяки рыб обычно распределяются (рассеиваются). Японская скумбрия в ночное время рассеивалась до разреженных дисперсных слоев в виде сплошных лент или прерывистых скоплений переменной плотности, которые состояли из небольших разреженных косячков и групп рыб на фоне разреженного слоя выше термоклина (рис. 3). Плотность таких слоев в единицах биомассы составляла от 138 до 904,7 т/миля² (средняя – 497,8 т/миля²) [3]. При этом происходит смешивание скумбрии с сардиной, поэтому в случае возможностей на судне сортировки улова промысел ведется и в ночное время суток.

Поскольку у большинства судов отсутствует возможность такой сортировки, большой интерес вызывает облов плотных косяков или групп косяков скумбрии в дневное время суток и определение параметров входного устья трала.

Было установлено, что горизонтальная протяженность скоплений скумбрии на порядок превышает их вертикальные размеры. Следовательно, на эффективность работы пелагического трала оказывают влияние: вертикальное раскрытие трала и прицельность наведения его на скопление рыб [4]. Оптимальный размер вертикального раскрытия трала тесно связан с величиной облавливаемых скоплений в вертикальном направлении. Кроме этого, на вероятность облова скопления существенным образом влияет расстояние, на котором рыба реагирует на приближающиеся предметы. Под дальностью реакции следует

понимать расстояние рыбы до раздражителя, на котором она изменяет траекторию своего движения. Дистанция реакции стайных пелагических рыб на элементы оснастки в зоне сплугивания составляет от 3–4 до 7–10 м, а в некоторых случаях и выше.

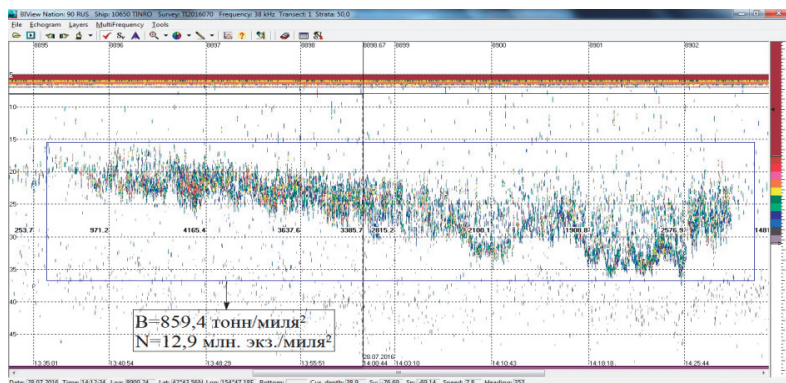


Рис. 3. Фрагмент эхограммы японской скумбрии с оценками плотности скоплений, темное время суток (рейсовый отчет НИС «ТИНРО», лето 2016 г.)

Рассмотрим методику расчета параметров устья трала, изложенных в работе [5]. Исходя из значительных горизонтальных размеров скоплений, целью является обеспечение вертикального облова тралом скопления скумбрии, а горизонтальный – с учетом буксировочных возможностей судна. При этом будем различать параметры стаи в естественном состоянии (невозбужденные стаи) H_c^∞ , B_c^∞ , ρ_c^∞ и параметры стаи в устье трала H_c^y , B_c^y , ρ_c^y , где H_c^∞ , B_c^∞ – высота и ширина стаи в естественном состоянии; ρ_c^∞ – количество рыб в единице объема стаи в естественном состоянии; H_c^y , B_c^y – высота и ширина стаи в устье трала; ρ_c^y – количество рыб в единице объема стаи в устье трала.

Из условия полного облова части стаи горизонтальным размером $B_c^y = H_y$ следует (рис. 4):

$$H_y = H_c^y + D_n^B + D_n^H \quad H_y > H_c; \quad (1)$$

$$\rho_c^\infty H_c^\infty H_y = \rho_c^y B_c^y H_c^y, \quad (2)$$

где D_n^B , D_n^H – дистанция реагирования рыб на верхнюю и нижнюю подборы трала.

Учитывая, что

$$B_c = H_y - 2D_n^\delta = H_c + D_n^B + D_n^H - 2D_n^\delta,$$

уравнение (2) запишем в виде:

$$\rho_c^\infty H_c^\infty (H_c^y + D_n^B + D_n^H) = \rho_c^y (H_c^y + D_n^B + D_n^H - 2D_n^\delta) H_c^y, \quad (3)$$

где D_n^δ – дистанция реагирования рыб на боковые подборы трала.

Из формулы (3) легко получить уравнение для определения вертикального размера стаи в устье трала:

$$(H_c^y)^2 - H_c^y \left(\frac{\rho_c^\infty}{\rho_c^y} H_c^\infty + 2D_n^\delta - D_n^B - D_n^H \right) - (D_n^B + D_n^H) \frac{\rho_c^\infty}{\rho_c^y} H_c^\infty = 0, \quad (4)$$

где ρ_c^∞ , ρ_c^y – количество рыб в единице объема невозмущенной стаи и стаи в устье трала.

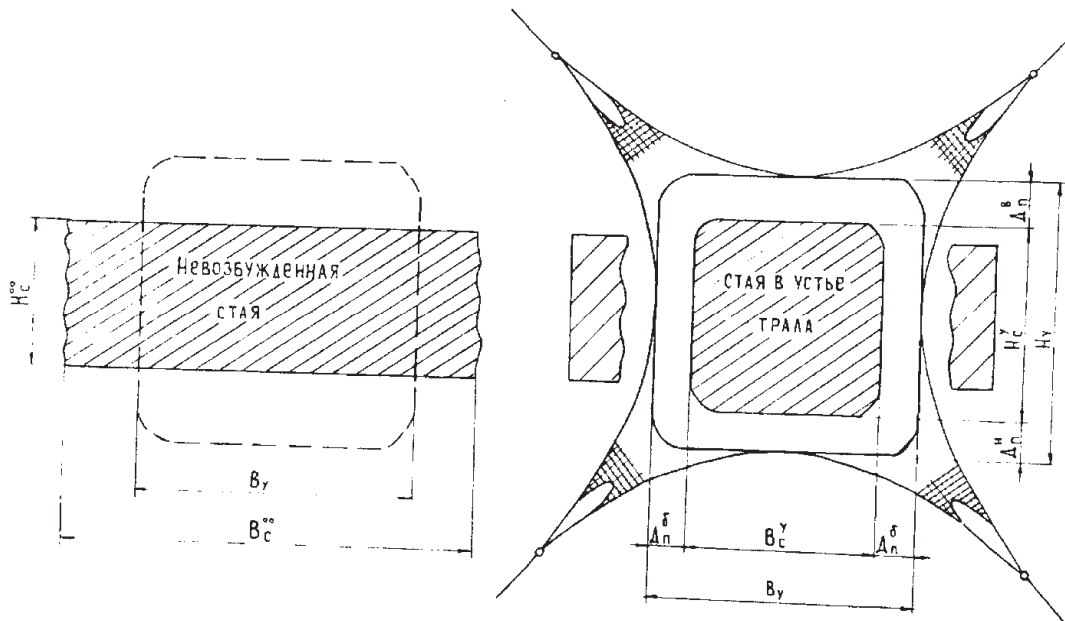


Рис. 4. Схема взаимодействия стаи рыбы с устьем трала на примере японской скумбрии

Если $\rho_c^\infty = \rho_c^y = \rho_0$, $D_n^B = D_n^H = D_n^\delta = D_n$, то уравнение (4) примет вид:

$$(H_c^y)^2 - H_c^\infty H_c^y - 2D_n H_c^\infty = 0. \quad (5)$$

Зная высоту стаи в естественном состоянии и дистанцию реагирования рыб на подборы, из формулы (5) легко рассчитать высоту стаи в устье трала. Высота стаи в естественном состоянии определяется по эхограммам и равна 30 м, а средняя дистанция реагирования японской скумбрии составляет 7 м.

$$(H_c^y)^2 - 30H_c^y - 2 \cdot 7 \cdot 30 = 0$$

$$H_c^y = 40.$$

Определив высоту стаи в устье трала, по формуле (1) мы можем рассчитать оптимальный вертикальный размер устья трала.

$$H_y = 40 + 7 + 7 = 54 \approx 50$$

Определив вертикальный размер устья трала, находим горизонтальный размер.

$$B_y = B_c^y + 2D_n^\beta$$

$$B_c^y = H_y; \Rightarrow B_y = H_y + 2D_n^\beta = 54 + 2 \cdot 7 = 68 \approx 70.$$

Для облова скумбрии судам необходимо проводить траления на скорости $5,5 \div 6$ уз. Для достижения таких скоростей агрегатное сопротивление тралов должно быть уменьшено, а создания тралов со все большим вертикальным раскрытием может привести к бесполезной затрате буксировочной мощности судов.

Для расчета оснастки устья тралов необходимо использовать аналитические методы. Методика аналитического расчета оснастки устья разноглубинного трала позволяет рас-

четным путем определять величины оснастки устья для достижения заданных размеров, исключая искажение его формы.

Пространственное положение и параметры оснастки устья можно рассматривать, исходя из удобства работы с тралом: обеспечение оптимального раскрытия на больших глубинах; в средних горизонтах траления и на поверхности. Оснащая трал так, чтобы вывести распорную доску на ось трала, можно обойтись без сосредоточенной загрузки или использовать их минимальный вес. Правда, в этом случае возрастает величина загрузки нижней подборы, и обеспечить ее можно, используя гидродинамические устройства на нижней подборе.

Настраивая трал так, что его верхний гуж находился бы ниже распорной траловой доски настолько, чтобы вертикальная составляющая верхних кабелей была равна необходимому подъемному усилию по верхней подборе, можно обойтись без оснастки ее плавучестью или использовать ее минимальную величину. Этот вариант оснастки больше подходит для траления на больших глубинах, правда, в этом случае значительно возрастают величины загрузки и для компенсации вертикальной составляющей нижних кабелей.

Использование методики позволяет подобрать вариант оснастки, когда гуж верхней подборы идет на поверхности, а распорная доска остается в заглубленном состоянии. В этом случае возрастает величина подъемной силы по верхней подборе, обеспечение которой возможно с помощью гидродинамических устройств (ГДУ) с большими гидродинамическими коэффициентами подъемной силы. В этом случае отмечается уменьшение загрузки по нижней подборе и сосредоточенной загрузки [5].

При нахождении параметров загрузки по нижней подборе и концентрированной загрузки следует учитывать, что возможно вынужденное перераспределение части загрузки по нижней подборе, вследствие большой ее величины, на концентрированную загрузку, однако при этом следует сохранять равенство суммарной их величины.

На рис. 5 показано пространственное положение траловой системы. Для того чтобы промысел скумбрии осуществлялся более эффективно, нам необходимо, чтобы траловые доски не выходили в верхние слои, а шли устойчиво в средних горизонтах, а трал проходил по поверхности. Для этого мы будем применять методику расчета оснастки входного устья трала.

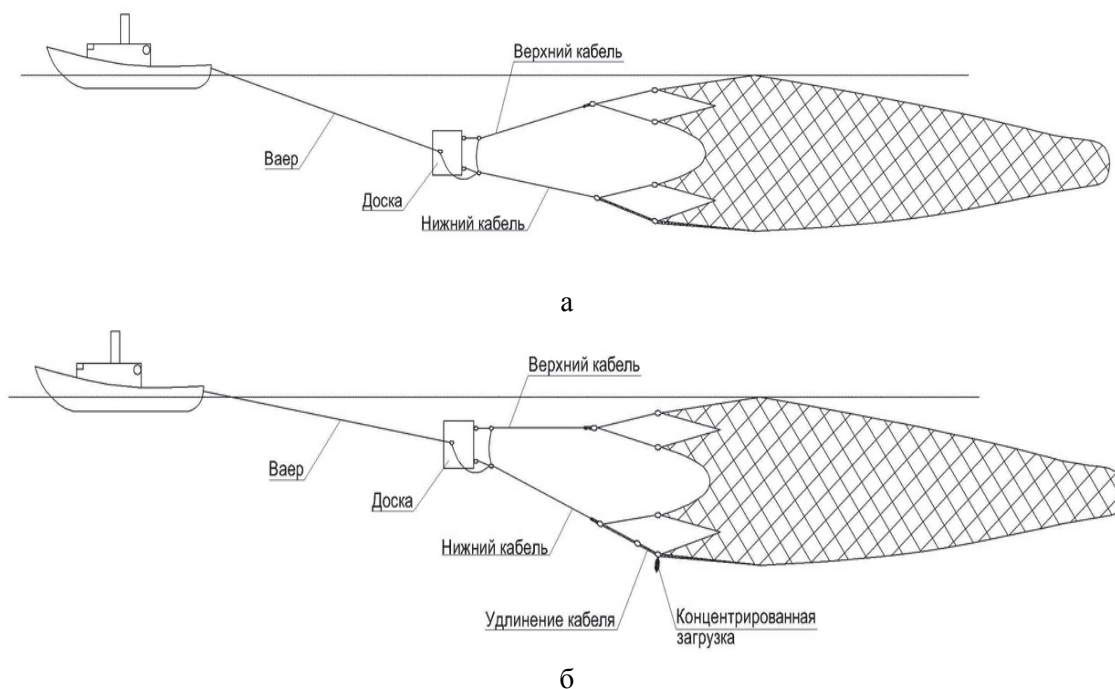


Рис. 5. Пространственное положение траловой системы: а – без удлинения нижнего кабеля; б – с удлинением нижнего кабеля

Для расчета характеристик траловых систем было выбрано три трала: РТ80/396, РТ90/504, РТ160/768, где два последних новых трала были специально спроектированы для промысла скумбрии. Расчеты проводились путем численного моделирования в программе «Настройка траловых систем», разработанной на кафедре «Промышленное рыболовство». Начальными условиями были выбраны глубина хода доски – 15 м, скорость траления – 6 уз, судно – РТМС, подъемная сила – 9,68 кН, ГДЩ – 7 м², траловые доски – 7 м².

Результаты моделирования трала 80/396:

Общая масса загрузки – 1924 кг.
Удлинение нижнего кабеля – 0,8 м.
Расстояние от траловой доски до судна – 183 м.
Раскрытие входного устья трала – 40/45 м.
Длина кабелей – 80 м.

Результаты моделирования трала 90/504:

Общая масса загрузки – 1672 кг.
Удлинение нижнего кабеля – 1,5 м.
Расстояние от траловой доски до судна – 218 м.
Раскрытие входного устья трала – 45/50 м.
Длина кабелей – 80 м.

Результаты моделирования трала 160/768:

Общая масса загрузки – 2206 кг.
Удлинение нижнего кабеля – 1,5 м.
Расстояние от траловой доски до судна – 205 м.
Раскрытие входного устья трала – 45/45 м.
Длина кабелей – 80 м.

Исходя из результатов моделирования, можно сделать вывод, что для промысла поверхностных скоплений скумбрии более подходит облегченный трал РТ90/504. Он обеспечивает большее раскрытие по сравнению с другими рассматриваемыми тралами, имеет меньшую массу, соответственно и стоимость, и позволяет облавливать летние поверхностные скопления скумбрии более эффективно.

Список литературы

1. Байталюк А.А., Старовойтов А.Н., Жигалин А.Ю., Мокрин Н.М. Информация ТИНРО-Центра от 23 сентября 2015 г. «Освоение запасов пелагического рыбного комплекса – сайра, скумбрия, сардина – иваси – ближайший резерв роста вылова на Дальневосточном бассейне.
2. Саврасов В.К. О вертикальном раскрытии пелагических тралов // Рыб. хоз-во. – 1975. – № 9. – С. 25–30.
3. Саврасов В.К. Влияние некоторых факторов на производительность пелагических тралов // Рыб. хоз-во. – 1976. – № 6.
4. Шевченко А.И., Бойцов А.Н. Обоснование параметров устья разноглубинных тралов // Поведение рыб и орудия лова. – Владивосток: ТИНРО, 1983. – С. 12–17.
5. Бойцов А.Н. О пространственном положении траловой системы // Проблемы научных исследований в области изучения и освоения Мирового океана: материалы IV Всесоюз. конф. – Владивосток, 1983. Секция 9. – С. 13–14.

A. N. Boytsov, V.E. Strelnikova, K.A. Belova,
E.V. Osipov, A.I. Shevchenko, D.A. Pilipchuk
Dalrybvtuz, Vladivostok, Russia

SUBSTANTIATION OF PARAMETERS OF THE TRUST FORMULA FOR THE FISHERY OF SUMMER SUMMER FISHERIES

The resumption of the mackerel fishery is associated with an increase in its stock. In this article, summer gatherings of Japanese mackerel were analyzed and indicators of sufficient opening of the mouth of the trawl are given. By numerical simulation, three designs of trawls were compared for the Japanese mackerel fishery and recommendations for their tuning were given.

Сведения об авторах: Бойцов А.Н., канд. техн. наук, доцент, директор Института рыболовства и аквакультуры; Осипов Е.В., канд. техн. наук, доцент; Шевченко А.И., доктор техн. наук, профессор; Пилипчук Д.А., ст. преподаватель; кафедра «Промышленное рыболовство» ФГБОУ ВО «Дальрыбвтуз»;

Белова Ксения Александровна, Стрельникова Виктория Евгеньевна, ПРМ-112, e-mail: belova_1394@mail.ru, vredina_vika2009@mail.ru.

УДК 639.227.2

А.Н. Бойцов, В.Е. Стрельникова, К.А. Белова,
Е.В. Осипов, А.И. Шевченко, Д.А. Пилипчук
ФГБОУ ВО «Дальрыбвтуз», Владивосток, Россия

ХАРАКТЕРИСТИКИ ТРАЛОВЫХ СИСТЕМ ДЛЯ ПРОМЫСЛА СОВРЕМЕННЫХ И ПРОГНОЗИРУЕМЫХ СКОПЛЕНИЙ САРДИНЫ-ИВАСИ

Возобновление промысла сардины-иваси связано с увеличением её запасов. Проанализированы летние скопления сардины-иваси и приведены показатели достаточных раскрытий входного устья трала. Путем численного моделирования проведены сравнения трех конструкций тралов для промысла сардины-иваси и даны рекомендации по их настройке.

Циклические периоды численности дальневосточной сардины-иваси достаточно широко описаны в литературе [1]. При этом исследование характера скоплений, их протяженность и плотность также показывает идентичность таких скоплений в циклических периодах численности. Поэтому подходы к определению характеристик траловых систем будут совпадать с применяемыми ранее, но с учетом состояния современного флота, а также развития рыболовных технологий носит инновационный характер.

Исследования опыта работы флота на промысле дальневосточной сардины-иваси в 2016 г. показали, что сделанные выводы в работе [2] подтвердились:

- опыт кошелькования является в основном утраченным, поскольку практически на всех судах уловы были очень маленькими 2–3 т;
- по траловой схеме работали среднетоннажные суда и ловили 25–30 т, исключая смятие улова при сдаче его на плавбазу.

Однако скопления сардины значительны (400 т и более), и на промысле сардины-иваси могут быть задействованы крупнотоннажные суда с заморозкой продукции.

Поэтому в этом случае можно рассматривать две схемы:

- 1) вылов 25–30 т сардины для исключения смятия улова;
- 2) значительный вылов сардины и выливка улова с помощью рыбонасоса (рис. 1).

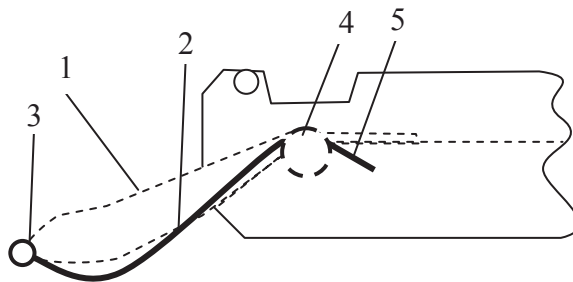


Рис. 1. Схемы выливки уловов с помощью рыбонасосов: 1 – траповый мешок; 2 – шланг рыбонасоса для выливки улова; 3 – входной патрубок (или рыбонасос центробежного типа); 4 – рыбонасос вакуумного или водоструйного типа; 5 – в накопительный бункер

В этих случаях необходимо на судах иметь совершенно разные мешки: в первом случае можно использовать многослойные мешки 22 м; во втором случае нужно использовать мешки однослойные и длинные.

Сама конструкция тралов должна обеспечивать скорость буксировки 5–6 уз, на рис. 2 показаны эхограммы скоплений сардины. Как можно заметить, скопления сардины и скумбрии смешанные, основные плотности косяков сардины находятся в поверхностном слое, в ночное время скопления скумбрии и сардины перемешиваются.

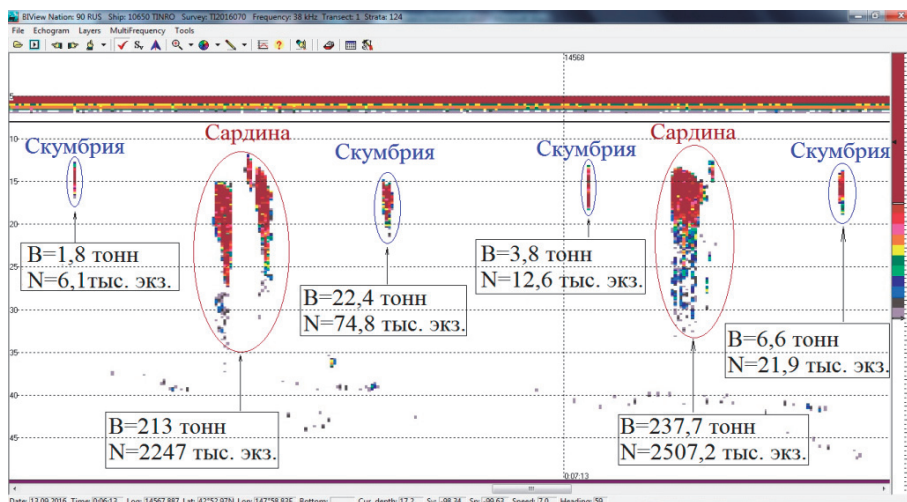


Рис. 2. Фрагмент эхограммы смешанных скоплений сардины и скумбрии с оценками численности и биомассы косяков, светлое время суток (рейсовый отчет НИС «ТИНРО», лето 2016 г.) [3]

Поскольку у большинства судов отсутствует возможность такой сортировки, большой интерес вызывает облов плотных косяков или групп косяков скумбрии в дневное время суток и определение параметров входного устья трала. Как можно заметить (рис. 2), основные характеристики скоплений сардины-иваси и скумбрии совпадают, поэтому характеристики траловых систем также совпадают. Поэтому, используя данные работы [3] для скумбрии, перенесем их выводы для сардины-иваси:

- вертикальное раскрытие $H_c^y = 40$ м, горизонтальное $B_c^y = 70$ м;

- исходя из моделирования трех типов тралов (РТ80/396, РТ90/504, РТ160/768), для промысла поверхностных скоплений сардины-иваси более подходит облегченный трал РТ90/504.

Характеристики для судна типа РТМС: скорость – 6 уз; общая масса загрузки – 1672 кг; удлинение нижнего кабеля – 1,5 м; расстояние от траловой доски до судна – 218 м; раскрытие входного устья трала – 45/50 м; длина кабелей – 80 м; для судна типа СТР: скорость – 5 уз; общая масса загрузки – 1603 кг; удлинение нижнего кабеля – 0,8 м; расстояние от траловой доски до судна – 205 м; раскрытие входного устья трала – 40/45 м; длина кабелей – 80 м.

Исходя из результатов моделирования, можно сделать вывод, что для промысла поверхностных скоплений сардины-иваси более подходит облегченный трал РТ90/504, который может использоваться на крупнотоннажных и среднетоннажных судах. Он обеспечивает большее раскрытие по сравнению с другими рассматриваемыми тралами, имеет меньшую массу, соответственно и стоимость, и позволяет облавливать поверхностные скопления сардины-иваси эффективней.

Список литературы

1. Барышко, М.Е. Промысел скумбрии и сардины-иваси на Дальнем Востоке: монография / М.Е. Барышко. – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2009. – 472 с.

2. Бойцов А.Н., Осипов Е.В. К вопросу возобновления промысла сардины-иваси в Дальневосточном бассейне // Материалы междунар. науч.-техн. конф. 24–26 мая 2016 г., г. Владивосток.

3. Бойцов А.Н., Стрельникова В.Е., Белова К.А., Осипов Е.В., Шевченко А.И. Обоснование параметров устьевой части трала для промысла летних скоплений скумбрии // Рыболовство-аквакультура: материалы конф., 18–19 апреля 2017 г., г. Владивосток.

A.N. Boytsov, V.E. Strelnikova, K.A. Belova,
E.V. Osipov, A.I. Shevchenko, D.A. Pilipchuk
Dalrybvtuz, Vladivostok, Russia

CHARACTERISTICS OF THE TRADAL SYSTEMS FOR THE FISHING OF THE MODERN AND PREDICTED SARDINA-IVASI COLLECTIONS

The resumption of the mackerel fishery is associated with an increase in its stock. In this article, summer gatherings of Japanese mackerel were analyzed and indicators of sufficient opening of the mouth of the trawl are given. By numerical simulation, three designs of trawls were compared for the Japanese mackerel fishery and recommendations for their tuning were given.

Сведения об авторах: Бойцов А.Н., канд. техн. наук, доцент, директор Института рыболовства и аквакультуры; Осипов Е.В., канд. техн. наук, доцент; Шевченко А.И., доктор техн. наук, профессор; Пилипчук Д.А., ст. преподаватель;

Белова Ксения Александровна, Стрельникова Виктория Евгеньевна, ПРМ-112,
e-mail: belova_1394@mail.ru, vredina_vika2009@mail.ru.

УДК 574.62:582.272.462

Н.В. Евсеева
ФГБНУ «ВНИРО», Москва, Россия

О РАЦИОНАЛЬНОМ ПРОМЫСЛЕ ЛАМИНАРИЕВЫХ ВОДОРΟΣЛЕЙ

Рациональное использование естественных ресурсов ламинариевых водорослей должно базироваться на биологических особенностях промыслового вида и учитывать экономическую целесообразность. Выбор участков промысла водорослей должен определяться фитоценотической структурой и продукционными показателями зарослей. Расположение участка должно подразумевать постоянный приток генетического материала для возобновления зарослей. Наибольшее внимание при организации промысла водорослей следует уделять выбору орудия лова.

Введение

Дальневосточные моря России характеризуются многообразием видов и значительными запасами водорослей, в особенности бурых. Промысел ламинариевых водорослей осуществляется только в южных регионах (юг Приморья и Сахалинская область). В северных районах он практически отсутствует. При организации промысла необходимо учитывать значение прибрежных зарослей для всей морской экосистемы. Макрофитобентос является основой всех прибрежных биоценозов и основным источником поступления органических веществ. Мелководный водорослевый пояс служит барьером, задерживающим, с одной стороны, терригенные стоки (и антропогенные в том числе) и снижающим береговую абразию, с другой стороны, задерживает распространение глубоководных песков на мелководье, сохраняя твердые грунты и тем самым поддерживая продуктивность. Сфор-

мированная за вегетационный период растительная масса затем превращается в растворенное органическое вещество, в органический и неорганический детрит, используемый различными животными шельфа. Поступление органических веществ в окружающую среду происходит как при жизни растений в виде растворенных веществ, так и после разложения слоевищ. Макрофиты участвуют и в осадконакоплении прибрежной зоны. Понятно, что при такой роли любые изменения макрофитобентоса при антропогенном воздействии отражаются на других звеньях экосистемы. Кроме выполнения продукционной и структурной функций, прибрежная растительность является местом размножения и обитания молоди и взрослых особей целого ряда морских рыб и беспозвоночных.

В связи с этим чрезвычайно важным является выработка рекомендаций по рациональной эксплуатации ресурсов промысловых (и потенциально промысловых) ламинариевых водорослей, что и являлось целью данной работы.

Результаты и их обсуждение

В настоящее время наиболее важным представляется разработка принципов рационального использования природных ресурсов, которые должны базироваться, прежде всего, на биологических особенностях промысловых видов и при этом учитывать экономическую целесообразность. Понятно, что огромные ресурсы, находящиеся в труднодоступных районах, потребуют серьезных вложений и будут эксплуатироваться в последнюю очередь. А участки с хорошей транспортной инфраструктурой, близкие к местам переработки, ожидает возможный перепромысел. Поэтому рекомендации должны учитывать доступность ресурсов для эксплуатации.

Если посмотреть на данные по освоению выделенных квот по районам Дальнего Востока (рис. 1), можно заметить, что наибольшее освоение наблюдается именно в районах с развитой инфраструктурой и возможностью минимального использования технических средств (западный Сахалин и Южное Приморье).



Рис. 1. Освоение рекомендованного вылова ламинариевых водорослей в Дальневосточном регионе (кроме Камчатки и Северных Курил, где промысел не осуществляется)

Выбор участков промысла водорослей должен основываться на фитоценотической характеристике и продукционных показателях зарослей. В поселениях промысловый вид должен доминировать в своем ярусе. Биомасса промыслового вида не может насчитывать менее 1 кг/м^2 . Проективное покрытие в зарослях должно составлять от 50 до 100 %. Расположение участка должно подразумевать постоянный приток генетического материала для обеспечения возобновления зарослей. Для этого нужно учитывать схему течений, которая

будет доставлять фрагменты слоевищ со спорами и способствовать постоянному пополнению ценопопуляции. В противном случае постоянная эксплуатация в совокупности с естественной флуктуацией как численности самой ценопопуляции, так и гидрологических параметров постепенно приведет к оскудению запаса на участке.

Так, у берегов Приморья промысел ламинариевых водорослей проводился с начала XIX в. [1]. До 1900 г. его объем достигал 240 тыс. т, запас в 1930–1934 гг. был определен в 264,2 тыс. т [2]. К настоящему времени вылов снизился до 0,2–2 тыс. т, а промысловый запас составляет 10–84 тыс. т [3].

Иная картина наблюдается в прибрежье южных Курильских островов. Освоение ресурсов ламинариевых водорослей южных Курильских островов активно происходило в те годы, когда острова находились под юрисдикцией Японии. Известно, что на о. Хоккайдо (острова Малой Курильской гряды административно входили в округ Немуро о. Хоккайдо) объем ламинариевых водорослей, добытых в 1940 г., составлял около 80 тыс. т в воздушно-сухом весе, т.е. около 560 тыс. т сырца [4]. Оценка запасов промысловых водорослей, проведенная в 1964 г., показала объем запасов ламинариевых водорослей порядка 450 тыс. т [5], а общий запас ресурсов южных Курильских островов превысил 1 млн т [6]. В настоящее время общая биомасса промысловых ламинариевых водорослей в прибрежной зоне южных Курильских островов составляет 593 тыс. т. Объем запасов перспективных для промысла видов бурых водорослей ориентировочно оценивается в 540 тыс. т [7]. Таким образом, значительный объем вылова в течение продолжительного времени не привел к оскудению запасов водорослей в данном районе.

Наибольшее внимание при организации промысла водорослей следует уделять выбору орудия лова. В настоящее время российские рыбаки проводят промысел канзами и при помощи водолазов. При этом сетуют на низкую производительность ручных орудий лова. Низкая эффективность, по нашему мнению, определяется не производительностью данных орудий лова, а связана, прежде всего, с низкой стоимостью водорослевого сырья по сравнению с довольно дорогими валнотоемкими объектами. При этом в большинстве стран мира, добывающих водоросли, успешно применяют именно ручной сбор, который сохраняет промысловые ресурсы и оказывает минимальное воздействие на заросли водорослей [8]. Среди активно использующих механизированные способы добычи выделяется Норвегия и Франция.

Как пример эффективности ручного сбора водорослей при помощи канзы, можно вспомнить историю промысла ламинарии в Приморье (рис. 2), где до 1905 г. ежегодно канзами вылавливалось до 250 тыс. т. Совершенно не используются нашей промышленностью береговые выбросы, объем которых бывает довольно значительным. При этом затраты на сбор береговых выбросов существенно ниже промысловых.

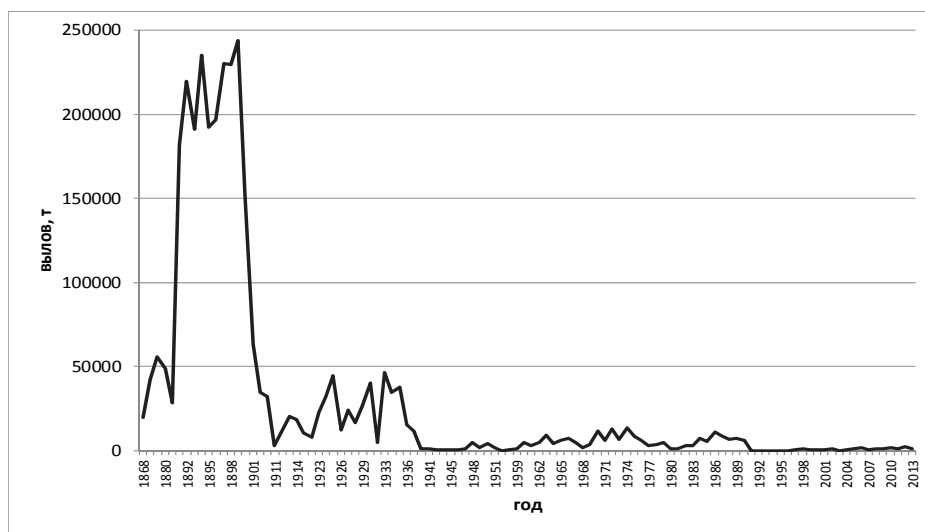


Рис. 2. Объемы вылова ламинариевых водорослей в Приморье (статистика вылова по [9])

Неоднократные попытки механизировать промысел водорослей в России чаще всего приводили к подрыву ресурсов водорослей. Так, в Баренцевом море в 1985 г. были испытаны добывающие устройства (драги) нескольких видов по типу норвежских драг. Было установлено, что все они имеют одни и те же недостатки: негативно воздействуют на донный субстрат и допускают большое количество промысловых потерь [10]. Похожая ситуация наблюдалась в Белом море [11], где также, наряду с ручным ловом, существует и механизированная добыча драгами [12]. В некоторых районах такое изменение привело к подвижкам мягких грунтов и замыванию камней.

Негативное воздействие на ресурсы водорослей промысла фиктенами у о-вов Малой Курильской гряды уже описано достаточно подробно [13, 14].

В 2016 г. возник вопрос о применении еще одного орудия промысла – полужесткого подсекателя, который впервые появился в «Правилах рыболовства» в 1989 г. как разрешенное орудие лова для добычи ламинарии на глубинах свыше 15 м [15]. Однако до настоящего времени на промысле не применялся. Оценка его воздействия на поселения ламинариевых водорослей и мониторинг за восстановлением зарослей после промысла как минимум в течение 2 лет не проводились. К тому же, применение срезающих орудий лова дополнительно требует проведения зачистки грунта от оставшихся ризоидов и черешков [16]. Возврат камней и мелиоративные мероприятия на участках промысла, проводимые для очистки каменистого субстрата от ризоидов и черешков, имеют огромное значение для сохранения ресурсов. Это основа для прикрепления спор и формирования будущих зарослей. К тому же, прибрежные заросли водорослей не позволяют распространяться рыхлым песчаным грунтам в мелководную зону. Особенно это актуально для южных Курильских островов, где большая часть акватории занята песками.

Применение различной степени сложности орудий механизированного лова должно быть обосновано и тщательно исследовано в ходе мониторинга именно на участках промысла. Должны учитываться биологические особенности вида, ценологические характеристики зарослей и топоческие условия (особенности грунта и рельефа, характер и направление основных течений, роза ветров).

Применяемое орудие лова не должно нарушать поясного распределения и создавать в поясе значительных разрывов, поскольку это усилит гидродинамическое воздействие на молодую поросль. Споры ламинариевых водорослей перемещаются вместе с фрагментами слоевища в направлении движения воды. Большая часть спор оседает недалеко от места произрастания материнского слоевища. Усиление гидродинамики может привести к вымыванию фрагментов слоевища со спорангиями за пределы прибрежной зоны либо на берег. С той же целью необходимо оставлять на участках промысла не менее 10 % маточных слоевищ. А при применении любых механизированных орудий происходит тотальное уничтожение больших площадей, что снижает вероятность нормального возобновления зарослей.

К числу негативных факторов при механизированной добыче стоит отнести нарушения рекомендованных глубин промысла, поскольку заведение габаритного орудия требует наличия судна, а маневренность судна требует безопасной глубины под килем. Понятно, что судно будет преимущественно работать на глубинах свыше 6 м. В районе о-вов Малой Курильской гряды на таких глубинах сосредоточено 58–86 % первогодних слоевищ ламинариевых водорослей, которые будут уничтожаться в первую очередь. Что негативно скажется на возобновлении зарослей в последующие годы.

Несмотря на негативный опыт механизации промысла водорослей, нужно отметить, что есть и положительные примеры. В частности, в Хабаровском крае модернизировали водорослевую гребенку, что позволило минимизировать воздействие на заросли сахарины японской [19]. В данном случае при промысле были учтены 3 важных условия: небольшая ширина гребенки (1,2 м), не позволяющая уничтожать значительные по площади поселения, изъятие в мелководной части зарослей (глубины промысла до 6 м), разработанная и контролируемая тактика промысла (использование эхолота и GPS-навигатора, что позво-

ляло вести селективную добычу) [17]. Однако апробирование водорослевой гребенки в северной части Охотского моря в 2001–2005 гг. продемонстрировало большие потери уловов, перепахивание субстрата и негативное воздействие на донные биоценозы, что привело к запрету этих орудий в Северо-Охотоморской подзоне [18].

Все это наглядно подтверждает, что для каждого орудия лова и для каждого участка с промысловыми зарослями должна быть выработана своя стратегия промысла на основе изучения результатов тестирования и мониторинга. Причем учитываться должны и биологические, и эдафические факторы. Только так возможно минимизировать воздействие промысла и сохранить естественные запасы водорослей.

Заключение

Таким образом, при организации промысла ламинариевых водорослей необходимо учитывать следующие основные позиции:

1. При выборе орудий промысла ламинариевых водорослей предпочтение должно отдаваться ручным орудиям лова как селективным и минимально воздействующим на заросли. Использование драгирующих орудий лова, перепахивающих субстрат, недопустимо. Внедрение на промысле ламинариевых водорослей любых механических орудий лова должно сопровождаться указанием технических характеристик орудия, принципа его воздействия на водоросли и субстрат, периодичность его применения на участках для успешного восстановления ресурсов. Все эти позиции должны быть проработаны в ходе апробации и последующего мониторинга за восстановлением зарослей.

2. Глубины добычи водорослей не должны превышать 10 м, оптимальными для промысла считаются глубины 1–5 м, где сосредоточены основные промысловые ресурсы.

3. Для успешного прогнозирования уровня запасов промысловых водорослей и контроля за восстановлением зарослей на промысловых участках необходим регулярный мониторинг, позволяющий оперативно отмечать все изменения в структуре зарослей и состоянии ресурсов промысловых водорослей.

Список литературы

1. Кузнецов И.Д. Очерк русского рыболовства (промысел различных водяных животных). – М-во Земледелия и Гос. Имуществ Деп. земледелия. – СПб.: тип. В. Киршбаума, 1902. –128 с.

2. Сарочан В.Ф. Сырьевые запасы морских водорослей и перспективы дальнейшего развития промысла водорослей и трав в морях Дальнего Востока // Тр. Всесоюз. совещания работников водорослевой промышленности СССР. Т.1. – Архангельск, 1962. – С. 32–44.

3. Жильцова Л.В., Ревенко Е.В. Некоторые аспекты анализа освоения ОДУ сахарины японской (морской капусты) в Приморье // Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промысловое и техническое использование: материалы III Всерос. науч.-практ. конф. (20–22 марта 2012 г.). – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2012. – С. 196–199.

4. Киносита Т. Водорослевые ресурсы о. Хоккайдо и общая характеристика экологии и воспроизводства промысловых зарослей // Декадные вестники Хоккайдской научно-промысловой рыбохозяйственной станции № 575 от 15.08.1943 г. г. Отару (Суйсан кэнкюси). – 1943. – Т. 38, вып. 8. – С. 1–30. (Пер. с яп.).

5. Сарочан В.Ф. Биология, экология, распределение и запасы ламинарии японской и некоторых других видов ламинарий у берегов Южного Сахалина и Малой Курильской гряды: автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Владивосток, 1969. – 26 с.

6. Сарочан В.Ф., Вялов А.Д. Промысловые водоросли сублиторали островов Малой Курильской гряды // Промысловые водоросли и их использование. – М.: ВНИРО, 1981. – С. 44–51.
7. Евсеева Н.В., Репникова А.Р. Ресурсы промысловых водорослей Сахалино-Курильского региона // Рыбпром. – 2010. – № 3. – С. 14–21.
8. Seaweed industry in Europe [электронный ресурс]: URL: <http://www.netalgae.eu>.
9. Суховеева М.В., Подкорытова А.В. Промысловые водоросли и травы морей Дальнего Востока: биология, распространение, запасы, технология. – Владивосток: ТИНРО-Центр, 2006. – 243 с.
10. Пельтихина Т.С. Ламинариевые водоросли Баренцева моря и их рациональное использование. – Мурманск: Изд-во ПИНРО, 2005. – 123 с.
11. Возжинская В. Б. Донные макрофиты Белого моря. – М.: Наука, 1986. – 189 с.
12. Михайлова Т.А. Рекультивация как способ восстановления и увеличения сырьевой базы ламинариевых водорослей в Белом море // Проблемы изучения, рационального использования и охраны природных ресурсов Белого моря: материалы VII Междунар. конф., сентябрь 1998 г. – Архангельск, 1998. – С. 221–222.
13. Евсеева Н.В. Макрофитобентос прибрежной зоны южных Курильских островов: состав, распределение и ресурсы: автореф. дис. ... канд. биол. наук. – М.: ВНИРО, 2009. – 22 с.
14. Евсеева Н. В. Сукцессия и динамика состояния зарослей ламинариевых водорослей в прибрежье островов Малой Курильской гряды // Биология, состояние запасов и условия обитания гидробионтов в Сахалино-Курильском регионе и сопредельных акваториях: Тр. СахНИРО. – Южно-Сахалинск, 2007. – Т. 9. – С. 146–151.
15. Правила рыболовства для Дальневосточного рыбохозяйственного бассейна. Приказ Минсельхоза России от 21.10.2013 № 385 (ред. от 08.07.2016 г.) "Об утверждении правил рыболовства для Дальневосточного рыбохозяйственного бассейна" (Зарегистрировано в Минюсте России 23.01.2014 № 31100).
16. Крупнова Т.Н. Возобновляемость полей ламинарии японской (*Laminaria japonica* Aresch.) после водолазного промысла // Изв. ТИНРО. – 2009. – Т. 159. – С. 168–175.
17. Дуленин А.А. Ресурсы и распределение промысловых макрофитов западной части Татарского пролива (в пределах Хабаровского края) // Изв. ТИНРО. – 2012. – Т. 170. – С. 17–29.
18. Белый М.Н. Водоросли-макрофиты северной части Охотского моря и их значение как нерестового субстрата сельди. – Магадан: Новая полиграфия, 2013. – 194 с.

N.V. Evseeva
VNIRO, Moscow, Russia

ABOUT RATIONAL FISHERY OF LUMINARIA

Rational fishery of laminaria in nature should be based on biological features of this species and economic expediency. In order to select an area of fishery of laminaria there is need to determine the phytocenotic structure and production indicators of algae. A location of the area has to mean an inflow of new genes for growth of algae. Also one of the most important thing is a choice of fishing gears in the process of fishery organization.

Сведения об авторе: Евсеева Наталия Викторовна, канд. биол. наук, ст. науч. сотрудник сектора водорослей лаборатории промысловых беспозвоночных и водорослей ВНИРО, e-mail: evseeva@vniro.ru.

В.П. Загрийчук¹, В.Р. Сайткулов²
¹ФГБОУ ВО «АГТУ», Астрахань, Россия
²ФГБОУ ВО «КубГУ», Краснодар, Россия

ХАРАКТЕРИСТИКА ОСНОВНЫХ НАРУШЕНИЙ ПРАВИЛ РЫБОЛОВСТВА В АЗОВО-ЧЕРНОМОРСКОМ РЫБОХОЗЯЙСТВЕННОМ БАССЕЙНЕ

Приводится анализ нарушений законодательства Российской Федерации в сфере охраны водных биологических ресурсов (далее – ВБР) Азово-Черноморского рыбохозяйственного бассейна за период с 2012 по 2015 гг.

Охрана водных биоресурсов от различных противоправных, преступных посягательств в современном мире рассматривается как одно из важнейших направлений глобальной экологической политики, как неотъемлемая норма при решении любых задач современного развития общества. Все цивилизованные государства стремятся обеспечить рациональное использование и восстановление биологических ресурсов на своей территории. Одним из способов достижения этих целей должна стать высокая раскрываемость преступлений, связанных с незаконной добычей биоресурсов. Особенно остро для рыбоохранных, а в особенности для правоохранительных органов России данная проблема стоит в Азово-Черноморском рыбохозяйственном бассейне, где, по-прежнему, в территориальном море Российской Федерации с использованием маломерных плавательных средств (мпс) происходит откровенно варварская незаконная добыча ВБР, осуществляемая как отечественными браконьерами, так и гражданами Украины.

Азово-Черноморский бассейн является одним из рыбохозяйственных бассейнов Российской Федерации, играющий важную роль в обеспечении населения рыбной продукцией высокого качества. Азовское море еще в первой половине XX в. благодаря низкой минерализации, небольшой глубине, хорошей прогреваемости воды в теплый период года и другим факторам относилось к одним из наиболее продуктивных морей мира.

Хотя современное состояние добычи промысловых видов биологических ресурсов и характеризуется величиной порядка 30 тыс. т в год, имеется потенциал для ее увеличения, а с вхождением Крыма в состав Российской Федерации вылов ВБР по оценкам специалистов Росрыболовства имеет потенциал увеличения до 100 тыс. т [1].

Однако снижение запасов промысловых видов рыб в 90-е, 2000-е гг. вследствие комплекса экосистемных факторов антропогенного воздействия привело к уменьшению объемов и сужению ассортимента добываемых видов ВБР. Кроме того, сверхлимитный промысел в комплексе с частыми нарушениями пользователями водных биологических ресурсов правил рыболовства в значительной мере способствовали деградации промысловой ихтиофауны и, как следствие, значительному снижению объемов добычи.

Добыча водных биологических ресурсов с нарушением правил рыболовства остается актуальной на сегодняшний день. Министр сельского хозяйства Н. Федоров одной из важнейших задач развития отрасли определил усиление мер по борьбе с браконьерством. Так, распоряжением Правительства РФ от 25.12.2013 № 2534-р был утвержден Национальный план действий по предупреждению, сдерживанию и ликвидации незаконного, несообщаемого и нерегулируемого промысла [2, 3].

Для определения характерных нарушений правил рыболовства, связанных как с использованием мпс, так и без таковых, были проанализированы статистические данные правоохранительных органов (Азово-Черноморского территориального управления Росрыболовства, управления милиции по борьбе с правонарушениями в сфере оборота вод-

ных биоресурсов ГУВД по Ростовской области, Ростовской государственной зональной инспекции ГМИ Пограничного управления ФСБ России по Ростовской области, Пограничного управления ФСБ России по Краснодарскому краю, Азовского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и др.), представленные в сети Интернет в свободном доступе, по привлечению нарушителей к установленной законодательством РФ ответственности на примере Азово-Черноморского рыбохозяйственного бассейна.

В целях упорядочения и классификации нарушений в работе использованы рекомендации Пленума Верховного Суда РФ от 23 ноября 2010 г. № 27 с поправками от 18 октября 2012 г. № 22.

Пленум разграничил существующие нарушения правил рыболовства по их характерным признакам и условно объединил в следующие группы, к которым относятся:

1. Добыча (вылов) водных биоресурсов без разрешительных документов, если их получение является необходимым условием осуществления этой деятельности (т.е. без разрешения на добычу (вылов), без путевки для осуществления любительского и спортивного рыболовства).

2. Нарушение условий, предусмотренных разрешительным документом на добычу (вылов), в частности, несоблюдение целей, указанных в разрешении на добычу (вылов) водных биоресурсов (промышленных, научных, контрольных, рыбоводных); добыча (вылов) в районах, не определенных в разрешении, с нарушением установленных сроков, не указанными в разрешении орудиями или способом, в большем количестве, чем предусмотрено разрешением.

3. Несоблюдение установленных запретов (например, в отношении периода, орудий, способов лова, мест добычи (вылова) при осуществлении любительского и спортивного рыболовства).

4. Осуществление рыболовства при отсутствии на судне специальных средств технического контроля, обеспечивающих постоянную автоматическую передачу информации о местоположении судна, и (или) других технических средств контроля, когда оснащение судна такими средствами является обязательным.

5. Отсутствие учета либо ненадлежащий учет водных биоресурсов в промысловом журнале и (или) иных отчетных документах при условии, что законодательством установлена обязанность по ведению таких документов.

Для определения закономерностей нарушений правил рыболовства использованы материалы открытых источников Федерального агентства по рыболовству, информационно-правовые системы Консультант плюс, Гарант [4, 5].

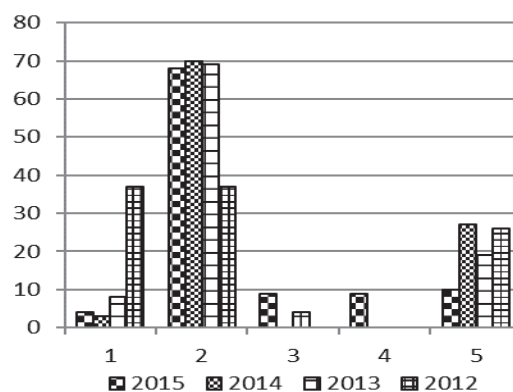
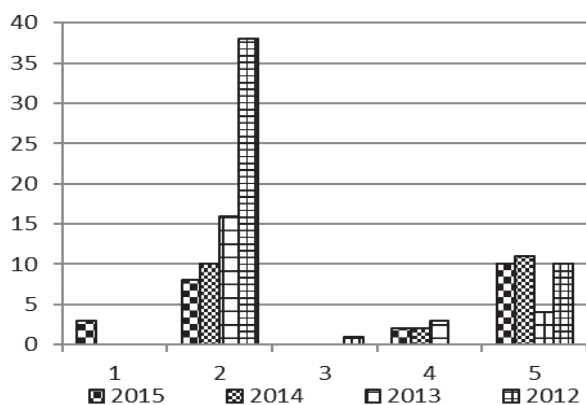
Анализ показывает:

1. Наиболее характерными нарушениями в последние годы являются нарушения, связанные с добычей водных биологических ресурсов без документов (рисунок, а, б, поз. 1), как видно из приведенного графика, имеют тенденцию к снижению. Так, если в 2012 г., было зафиксировано порядка 40 % нарушений такого характера, то к 2015 г. их количество в процентном отношении снизилось в 10 раз и составило 4 %.

2. Нарушения условий, предусмотренных разрешительным документом на добычу (рисунок, а, б, поз. 2), являются наиболее многочисленными и массовыми, практически 70 % от всех зафиксированных, и приходится на нарушения такого характера.

3. Нарушения, связанные с несоблюдением установленных запретов (рисунок, а, б, поз. 3), фиксируются контролирующими органами sporadически и не носят системный характер, что говорит об удовлетворительной организации охраны водных биологических ресурсов.

4. Нарушения, связанные с осуществлением рыболовства при отсутствии на судне специальных средств технического контроля (рисунок, а, б, поз. 4), также не являются доминирующими среди прочих рассматриваемых нарушений и, по всей видимости, носят случайный характер.



а

б

Показатели нарушений правил рыболовства (количество): а – с использованием мпс;
б – без использования мпс

5. Нарушения, связанные с отсутствием учета либо ненадлежащего учета водных биоресурсов (рисунок, а, б, поз. 5), находятся на втором месте после нарушений, характеризующихся, как нарушение условий, предусмотренных разрешительными документами, и составляют в процентном отношении порядка 25 %. Необходимо отметить, что выявить нарушения такого характера возможно только при непосредственном контроле объема добытых водных биоресурсов и правильности заполнения требуемых документов.

Исходя из проведенного анализа, следует, что в Азово-Черноморском рыбохозяйственном бассейне как с использованием мпс, так и без такового к основным типам нарушений правил рыболовства относятся нарушения, относящиеся ко 2-й и 5-й группам. По характеру нарушений следует, что они носят систематический характер и требуется всесторонняя проработка мер, позволяющих добиться устойчивой тенденции их снижения.

Список литературы

1. Губанов Е.П., Панов Б.Н., Битютская О.Е. Основные направления устойчивого развития рыбной промышленности Азово-Черноморского бассейна // Рыб. хоз-во. – 2015. – № 4. – С. 66–69.
2. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [<http://www.mcx.ru/news/news/show/21692.htm>].
3. Сухаренко А.Н., Туровец А.Е., Жерновой М.В., Хренков О.В. Незаконный оборот водных биоресурсов на Дальнем Востоке как угроза экономической безопасности России: монография. – Владивосток: ЗАО ИД «Экономическая газета», 2014. – 66 с.
4. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [<http://www.rostovfishcom.ru>].
5. Гарант версия 7.10.2.030 СИМ обновление от 04.07.2015 г.
6. РИА Fishnews.ru.

V.P. Zagrichuk, V.R. Saytkulov
FGBOU VPO «Kuban State University», Krasnodar, Russia
FGBOU VPO «Astrakhan State Technical University», Astrakhan, Russia

BASIC CHARACTERISTICS OF FISHING RULES BREACHES IN AZOV-BLACK SEA REGION

The article deals with the analysis of violations of the legislation of the Russian Federation in the sphere of protection of water biological resources of the Azov-Black sea basin fisheries, for the period from 2012 to 2015.

Сведения об авторах: Загрийчук Василь Петрович, канд. биол. наук, доцент ФГБОУ ВО «Астраханский государственный технический университет»;
Сайткулов Вячеслав Рахимзянович, аспирант ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет».

УДК 639.212.2

Д.В. Казаков
ФГБОУ ВО «Дальрыбвтуз», Владивосток, Россия

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ НА ПОВЕДЕНИЕ ЛОСОСЕВЫХ ПОЛЕЙ СКОРОСТЕЙ ТЕЧЕНИЙ В РАЙОНАХ ДЕЙСТВИЯ СТАВНЫХ НЕВОДОВ

Рассмотрено влияние на поведение лососевых полей скоростей, создаваемых ставными неводами. Приведена классификация этих признаков и выявлены основные недостатки в конструкциях ставных неводов, их установке и эксплуатации, влияющие на поля скоростей, снижающих уловистость неводов за счет соответствующей поведенческой реакции лососевых.

Исследование влияния на поведение лососевых полей скоростей течений в районах действия ставных неводов связано с возможностью этих неводов эффективно облавливать лососевых. На поведение лососевых оказывают влияние конструкции ставных неводов, которые генерируют соответствующие поля скоростей. Исследованием полей скоростей занимались разные авторы, в основном эти работы носили экспериментальный характер [1, 2, 3], в работе [3] дан подход к теоретическому описанию влияния на поведение лососевых полей скоростей течений, связанных с конструкцией ставного невода. Как отмечается в работе [3], исследование ставных неводов показывает, что структура поля скоростей более сложная, нежели показанная в работе [1, рис. 5]. Также там определена качественная картина полей скоростей (рис. 1), при этом выделено два вектора (wing – крыло) и (trap – ловушка), определяющих поведение рыб в зоне действия ставного невода. Показано, что установка крапа невода и в дальнейшем стрелка его прогиба определяет вектор w , чем меньше стрелка прогиба, тем менее выражен вектор w . Это в свою очередь влияет на подход гидробионтов к неводу и согласуется с данными работ японских исследователей и работы [2].

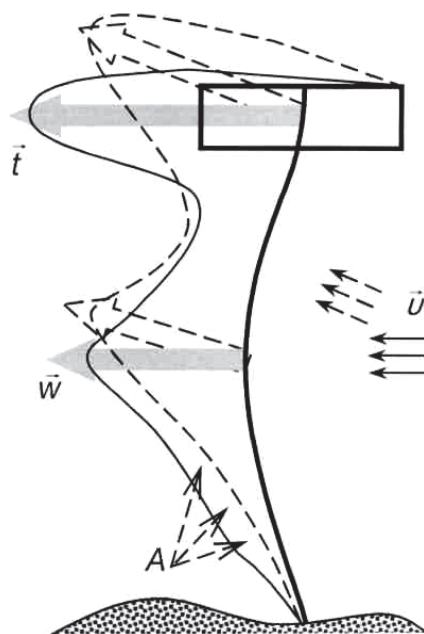


Рис. 1. Качественная картина полей скоростей в районе ставного невода

Поэтому определим факторы, влияющие на изменение полей скоростей в районе действия ставных неводов, их можно разделить на следующие группы:

- конструктивные параметры ставного невода;
- правильная установка ставного невода;
- эксплуатация ставного невода.

Конструктивные параметры ставного невода определяются внешней и внутренней геометрией. Внешняя геометрия определяет размеры крыла и ловушки невода, а внутренняя – посадочные коэффициенты и размеры ячеи. Поскольку при проектировании ставных неводов информация о районе промысла может быть ограниченной или в ходе промысла условия гидрологии меняются, то параметры оснастки невода должны быть соответственно скорректированы.

В ходе исследований в различных районах Дальнего Востока ставных неводов определены основные недостатки, изменяющие поля скоростей и влияющие на поведение лососевых.

Рассмотрим элементы крыла.

В районе о. Кунашир используют конструкции быстроснимающегося крыла. Посадка этого крыла осуществляется на верхнюю подбору вместе с балберами, крепится оно на центральный канат через каждые 25 м на огоны, при этом крыло имеет длину, значительно большую длины центрального троса, что приводит к увеличению сопротивления крыла и выдуванию (рис. 2). Это увеличивает поле вектора w и его направленность, что уменьшает площадь облова крыла невода и снижает уловистость.



Рис. 2. Быстроснимающееся крыло

На промысле еще используются металлические троса, их оснащают большим количеством наплавов, что увеличивает сопротивление и выдувание крыла, что также приводит к уменьшению площади облова крылом невода.

Очень часто используется дель в крыле невода с ячеей 90 мм и достаточно толстой ниткой, поэтому размер ячеи должен начинаться от 100 мм и выше, а цвет сетного полотна крыла должен быть ярким и видимым.

Соответственно на конструкцию в рабочем состоянии влияет установка невода. Раму невода необходимо устанавливать изначально прямолинейно и с правильным подбором якорей либо пикулей, имеющих устойчивую держащую силу самой неводной установки. От этого будет зависеть как форма крыла и параметры вектора w , так и форма ловушки невода (рис. 3). Перекос рамы приводит к сужению открылков, что увеличивает вектор t и позволяет лососю обойти вход ловушки даже без визуального контакта.



Рис. 3. Перекос рамы ловушки

Также раму невода на лосося необходимо устанавливать на удалении от ловушки как минимум в 5 м, а то и больше в соизмерении с подходящим плавсредством, забирающим перелившуюся рыбу. Рама невода должна быть больше ловушки, для того чтобы ловушка была полностью раскрыта и натянута.



Рис. 4. Выдувание дели подъемной дороги ловушки

конструкцию неводов были внесены предлагаемые изменения, и он был выставлен ООО «Соболь», результаты приведены в таблице.

На увеличение вектора t оказывает влияние выдувание ловушки (рис. 4) за счет слабой оснастки нижней подбору. Поэтому для уменьшения вектора t нижнюю подбору подъемной дороги, нижнюю подбору днища ловушки надо оснащать топелантами со свинцовой жилкой.

В ходе эксплуатации ставного невода надо также уменьшать вектора w и t за счет очистки невода от водорослей.

На основании перечисленных наблюдений и выводов с целью снижения векторов w и t в

Сводка по вылову рыбы (лосося) ставными неводами на 01.09.2016 Усть-Камчатск МР

Предприятие	№ уч.	Нерка	Чавыча	Кета	Кижуч	Горбуша	Всего
ООО «Устькамчатрыба»	268	1554,24	34,340	511,340	49,080	5,740	1775,570
	270	1006,23	67,230	310,650	46,890	4,280	1474,700
	272	1042,22	37,240	384,560	56,340	6,700	1558,110
	274	1579,55	80,600	683,610	131,660	10,900	2558,110
ЗАО «Энергия»	269	879,556	106,269	416,777	24,812	15,159	1520,081
	276	1141,83	28,712	403,013	41,459	10,612	1661,741
ООО «Соболь» Экспериментальный невод	271	1530,98	119,425	750,889	146,540	16,730	2600,746
ООО «Нечира»	273	1321,094	26,196	474,783	98,781	13,565	1975,525
ООО «Дельта Фиш»	277	346,720	14,159	734,556	66,431	22,242	1215,9090
ООО «Восток-рыба»	275	1149,985	31,270	448,235	90,600	8,970	1770,040

Как можно заметить, перечисленные выше изменения в конструкции невода и соблюдение рекомендаций по его эксплуатации показало значительную эффективность нового невода по сравнению с другими неводами в рассматриваемом районе промысла.

Заключение

На основе проведенных промысловых наблюдений сделаны следующие выводы.

Если другие орудия рыболовства производятся ведущими компаниями, то ставные невода в основном производятся кустарным образом, без учета современных технологий производства, что приводит к снижению уловов.

Как показали исследования, важным фактором эффективной работы ставных неводов является их первоначальная установка, оснастка ловушки и крыла с учетом конкретных условий промысла.

Для повышения уловистости ставных неводов, важно регулярно исследовать неводную установку и очищать ее от наносов, производить усиление оснастки невода для предотвращения закрытия входа в невод, расправлять лейку и другие элементы невода.

Список литературы

1. Федоровский А.С., Федоровская Л.М., Мизюркин М.А., Кузнецов Ю.А. Гидродинамический режим в зоне действия ставного невода // Совершенствование и создание новых способов и орудий лова: сб. науч. тр. – Владивосток, ТИНРО, 1990. – С. 83–95.
2. Коваленко М.Н., Лапшин О.М., Герасимов Ю.В. Исследования показателей промыслово-технологических параметров, интенсивности и уловистости ставных неводов для лова лососей. Успехи рыболовства: сб. науч. тр. – Владивосток, Дальрыбвтуз, 2006. – С. 46–67.
3. Осипов Е.В. Методика выбора формы крыла лососевого невода с учетом поведения рыб // Науч. тр. Дальрыбвтуза. – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2007. Т. 19. – С. 126–131.
4. Inoue Y. Effect of Blocking and Leading Fish School by Set-net Leader // Bull. Japan. Soc. Sci. Fish. 53(7), 1135–1140 (1987).

D.V. Kazakov
Dalrybvtuz, Vladivostok, Russia,

USE UNDERWATER TECHNOLOGY AND VISUAL OBSERVATIONS TO DETECT DESIGN FLAWS FIXED NETS

For efficient operation of fixed nets need quality gear, proper installation, operation and trouble-free operation of the seine.

In the process of fishing is necessary to make the control and debugging of individual structural elements of the seine.

In order to better control the process as fishing experiments were conducted not only visual but also the underwater observation.

УДК 639.2.03+597

С.В. Лисиенко
ФГБОУ ВО «Дальрыбвтуз», Владивосток, Россия

СОВРЕМЕННЫЙ ПОДХОД К РЕШЕНИЮ ПРОБЛЕМЫ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА РЫБОЛОВСТВА НА ОСНОВЕ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ОРГАНИЗАЦИИ ВЕДЕНИЯ ДОБЫЧИ ВОДНЫХ БИОЛОГИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ (НА ПРИМЕРЕ ДАЛЬНЕВОСТОЧНОГО РЫБОХОЗЯЙСТВЕННОГО БАССЕЙНА)

Современный этап развития отечественного рыболовства свидетельствует о наличии серьезных проблем в работе подсистемы «добыча» всего рыбохозяйственного комплекса, негативно влияющих на собственную производственную деятельность и сдерживающих общее развитие всего комплекса. Точкой роста в достижении целевых установок основных отраслевых документов рыбной отрасли является совершенствование организации ведения добычи водных биологических ресурсов. В основе его лежит концепция достижения соответствия количества и качества рыболовства – прироста объемов добычи, сопровождающегося полным их освоением. Научной новизной является применение логистического подхода как методологии совершенствования организации и управления промысловыми системами при ведении добычи водных биологических ресурсов. В качестве объекта исследования определена многовидовая промысловая система. Научную основу составляет системный подход к организации, планированию и управлению рыбодобывающей деятельностью в многовидовой промысловой системе.

Рыбное хозяйство России представляет собой сложный многофункциональный комплекс, объединяющий следующие составные элементы: добычу, переработку, транспортировку и сбыт. Каждое звено представленной единой финансово-технологической цепочки имеет собственные цели и задачи, объединенные под единой миссией современного рыбного хозяйства. В этой связи совершенствование каждой из них, внедрение в каждую инновационных методов и средств, безусловно, приведет к возрастанию его общего инновационного потенциала, направленного на решение стратегических задач, главной из которых является обеспечение продовольственной безопасности страны.

Промышленное рыболовство как компонент «добыча» многофункционального комплекса – «рыбное хозяйство» и основной источник сырьевой обеспеченности отрасли на современном этапе своего развития является сложной системой. Она состоит из следующих взаимосвязанных компонентов: сырьевая база рыболовства, технические средства добычи водных биоресурсов (промысловые суда, орудия рыболовства, промысловое вооружение и инвентарь, промысловые механизмы), технологии промысла, организационно-управленческие системы промысла. Каждый из названных компонентов имеет свое функциональное назначение и свои аспекты инновационного развития [1, 2, 3]. Наряду с этим функционирование комплекса «промышленное рыболовство» направлено на достижение единой цели развития отечественного рыболовства – рациональную эксплуатацию биоресурсов Мирового океана как объекта эффективного природопользования. Результатами рыболовства (добычи ВБР) являются следующие производственные показатели: объемы вылова (добычи) и степень освоения общедопустимого улова (ОДУ) и квот добычи (вылова). Именно они являются входными параметрами в следующую подсистему – «переработка», определяющими объем и ассортимент выпуска продукции. Иными словами, показатель объема вылова является для рыболовства в целом показателем количественной оценки производственной деятельности рыболовства, а степень освоения ОДУ и квот добычи (вылова) – его качественной характеристикой [3, 4]. Названные производственные показатели рыболовства являются целевыми показателями стратегического планирования развития отрасли, а их численные значения – его целевыми индикаторами, определенными всеми отраслевыми программными документами стратегического планирования.

Процесс успешной реализации стратегических задач по развитию отечественного рыболовства должен базироваться, в первую очередь, на совершенствовании организации ведения добычи водных биологических ресурсов, направленной на повышение эффективности рыбодобывающей деятельности в достижении сбалансированности между ее количественными и качественными показателями производственной деятельности с последующей интенсификацией добывающего процесса по показателю качества, на основе системного подхода и глубокого научного обоснования всех его составляющих [3, 4].

Анализ рыбодобывающей деятельности в период 2009–2015 гг. показал, что имеется проблема в отставании качественного показателя рыболовства – степени освоения ОДУ и квот добычи (вылова) от объемов вылова. В целом освоение ОДУ и квот добычи (вылова) составляет ежегодно порядка 50 %. Объектно-ориентированные исследования показали, что, в основном, это значение достигается за счет так называемых крупноодуемых объектов добычи (В Дальневосточном бассейне – минтай, сельдь) [3].

Решение данной проблемы, безусловно, лежит в плоскости развития общей теории промышленного рыболовства, направленной на исследование особенностей и методов организации, регулирования, контроля и планирования ведения промысла [1, 4, 5, 9]. При этом обязательного учета требуют обоснование выбора районов и сезонов промысла, объектов промысла, технологий добычи во взаимосвязи с режимами работы добывающего флота, их типовым и количественным составом и распределением ОДУ и квот добычи (вылова) по объектам, особенности работы группы промысловых единиц, координация работы промысловых судов в промысловых районах при осуществлении совместного рыбо-

ловства. Эффективность и оптимальное функционирование системы «рыболовство» должны обеспечиваться комплексом организационно-управленческих подходов, основанных на системной организации ведения рыбодобывающей деятельности и научного управления процессами. Следовательно, одними из основных задач науки и практики современного промышленного рыболовства являются: оптимизация организационных рыбодобывающих систем и систем управления процессом лова, режимов работы рыбопромысловых судов во взаимосвязи с планированием и организацией рыбопромысловой деятельности, а также оценкой ее экономической эффективности с целью повышения качественных показателей рыболовства – увеличения степени освоения общедопустимого улова (ОДУ) и квот добычи (вылова) водных биологических ресурсов (ВБР). Конкретными результатами должны стать научно обоснованные усовершенствованные схемы организации ведения добывающей деятельности, схемы рационального распределения промысловых единиц в заданных промысловых районах, усовершенствованная система планирования добывающей деятельности, в том числе планирование степени освоения ВБР, обоснованный количественный состав добывающего флота с ранжированием по тоннажу и технологичности ведения добычи, план поэтапного замещения физически и морально устаревшего флота, разработанный математический инструментарий по определению экономической эффективности функционирования добывающих систем и оптимизации рыболовных процессов и т.д. Они должны оказать существенное воздействие на повышение эффективности организации рыболовства. Это может стать возможным в случае обоснованного определения объекта, на который должны быть направлены управляющие воздействия для достижения названных результатов [2].

Основным источником ВБР на сегодняшний день является исключительная экономическая зона РФ (ИЭЗ), включающая 5 бассейнов, среди которых наибольший вес по вылову ВБР занимает Дальневосточный бассейн. Доля его в общем вылове ВБР в ИЭЗ составляет порядка 65–68 % [3].

В Дальневосточном бассейне основной промысел ВБР осуществляется в 5 промысловых зонах: Западно-Берингоморская (01); Восточно-Камчатская (02); Северо-Курильская (03); Южно-Курильская (04); Зона Охотское море (05); Зона Японское море (06). Каждая зона, за исключением 01, подразделяется на районы промысла – подзоны. Наибольшее количество подзон имеет 05 зона – Зона Охотского моря: 05.1 – Северо-Охотоморская подзона, 05.2 – Западно-Камчатская подзона, 05.3 – Восточно-Сахалинская подзона, 05.4 – Камчатско-Курильская подзона. Все остальные делятся по двум подзонам. Ежегодное распределение ОДУ в Дальневосточном бассейне происходит по каждой подзоне пообъектно. Мониторинг вылова (ежесуточный, недельный, квартальный), формирование полугодовых и годовых отчетов по вылову осуществляется аналогично распределению ОДУ, т.е. по подзонам пообъектно. В период 2009–2013 гг. установление ОДУ на Дальневосточном бассейне осуществлялось по 50–55 основным промысловым объектам, фактический вылов осуществлялся по 60–65 [8].

Проведенный сопоставимый анализ сырьевой базы Дальневосточного бассейна в период 2009–2016 гг. по показателям количества и качества рыболовства показал, что действительно каждая промысловая зона бассейна представляет собой многовидовую систему объектов ВБР [8]. Установленные взаимосвязи между показателями количества и качества рыболовства в них имеют характерные особенности их формирования, что, безусловно, требует детализированного подхода к организации рыболовства в каждой. Наряду с этим имеются общие закономерности, которые должны быть учтены при проектировании обобщенной модели системной организации промысла ВБР.

Ведение рыбодобывающей деятельности является основным производственным процессом единого производственного механизма «добыча – переработка – транспорт – сбыт» и представляет собой систему «промысел» [6, 9]. Функционирование такой финансово-

технологической цепочки обеспечивается взаимосвязанными и взаимообусловленными потоковыми процессами на всех этапах жизненного цикла продукта промысла [2, 10]. В контексте современной концепции логистики, основанной на организации потоковых процессов и преодолении препятствий, встречающихся на пути потоков, система «промысел» представляет собой сложную логистическую индустриальную систему.

Организация индустриальной логистической системы «промысел» в каждой конкретной промысловой зоне как многовидовой промысловой системы, включающей подсистемы объектов промысла, требует максимально полного анализа особенностей сырьевой базы, сезонности и цикличности распределения промысловых скоплений, распределения промысловых усилий по подрайонам промысловых зон, определения длительности и типов производственных циклов промысловых судов, системы обеспечения материальными ресурсами подразделений добычи и переработки, выбора обоснованных технологий добычи, системы норм, параметров эффективности использования ресурсов и т.д.

В системе «промысел» происходит движение материальных и связанных с ними информационных и финансовых потоков. Ключевым звеном являются материальные потоки, которые образуются, начиная от первичного источника сырья – объемов добычи водных биологических ресурсов в соответствии с ОДУ и квотами добычи (вылова) и заканчивая реализацией готовой рыбопродукции, при этом связывая между собой многочисленные звенья системы «добыча – переработка – транспорт – сбыт».

Основным направлением в снижении общих затрат и повышении эффективности работы добывающих судов должно являться рациональное управление добычей, поставками сырья непосредственно в районе промысла в собственные перерабатывающие цеха, либо в цеха обрабатывающих судов или береговых предприятий. В данном случае речь идет о рассмотрении названной системы в контексте логистического подхода, т.е. об эффективном функционировании логистической системы «промысел», которая одновременно состоит из логистических операций, сопровождающихся потенциальными препятствиями. Выделение этапов операций на пути продвижения исследуемого материального потока через все названные звенья позволяет рассмотреть целостный процесс движения изменяющегося объекта. Учет и анализ их делает возможным постановку и решение задач сквозного мониторинга движения сырья, проектировать сквозные промысловые логистические цепи, выявлять препятствия, встречающиеся на пути потоков, перепроектировать промысловые логистические процессы и системы с целью устранения препятствий материальным и информационным потокам.

Первостепенной задачей системной организации ведения рыбодобывающей деятельности и управления промысловыми системами является создание условий оптимизации проведения потоковых процессов, ведущих к преодолению препятствий и сокращению потерь.

Свойствами исследуемой системы являются следующие:

- индустриальная логистическая система «промысловая зона» является, прежде всего, совокупностью элементов: промысловых объектов, промысловых судов и т.д. При определенных условиях данные элементы рассматриваются как системы;

- в индустриальной логистической системе «промысловая зона» имеют место существенные связи между элементами и (или) их свойствами, которые закономерно, с необходимостью определяют интегративные свойства системы и превосходят по мощности связи этих элементов с элементами, не входящими в данную систему [11]. Это свойство выделяет исследуемую систему «промысловая зона» из окружающей среды в виде целостного объекта;

- данная система обладает определенной степенью организации. Это проявляется в снижении степени ее неопределенности по сравнению с энтропией следующих системообразующих факторов, определяющих возможность создания, функционирования и развития системы: количественный состав элементов системы, количество наиболее значимых связей каждого элемента [12];

- в индустриальной логистической системе «промысловая зона» существуют свойства, присущие данной системе в целом, т.е. интегративные свойства, которые не свойственны ни одному из ее элементов в отдельности. Интегративные свойства показывают, что, несмотря на зависимость свойств целостной системы «промысловая зона» от свойств ее элементов – промысловых объектов и промысловых судов, они не определяются ими полностью. Иными словами, система «промысловая зона» не сводится к простой совокупности ее элементов, так как ее разложение на отдельные части не позволит исследовать ее целостность.

Исследование индустриальной логистической системы «промысловая зона» как объекта системного является точкой роста в процессе научного осмысления ее единства и целостности со всеми внутренними и внешними связями и свойствами, элементами и подсистемами, сложности как динамической системы, находящейся в постоянном взаимодействии со средой в процессе ведения рыбодобывающей деятельности. Исходя из этого, сформулированы основные положения, лежащие в основе современного подхода к совершенствованию организации ведения добычи водных биологических ресурсов в контексте развития общей теории промышленного рыболовства:

- единая цель развития отечественного рыболовства – рациональная эксплуатация биоресурсов Мирового океана как объекта эффективного природопользования – рассматривается как достижение соответствия количества и качества – прироста объемов добычи, сопровождающегося полным их освоением;

- объектом исследования является многовидовая промысловая система;

- научной основой является системный подход к организации, планированию и управлению рыбодобывающей деятельностью;

- методологической основой является логистический подход, базирующийся на организации потоковых процессов и преодолении препятствий, встречающихся на пути потоков, и заключающийся в перепроектировании (реинжиниринге) логистических процессов и систем с целью устранения препятствий материальным и информационным потокам.

Процесс успешной реализации стратегических задач по развитию отечественного рыболовства должен базироваться, в первую очередь, на совершенствовании организации ведения добычи водных биологических ресурсов, направленной на повышение эффективности рыбодобывающей деятельности. Рассмотренный концептуальный подход, основанный на системном подходе к исследованию индустриальной логистической системы «многовидовая промысловая зона», глубоком научном обосновании всех ее составляющих, проектированию и реинжинирингу промысловых процессов и систем, моделирование организационно-управленческих схем ведения рыбодобывающей деятельности, их оптимизация, направленная на устранение препятствий материальным и информационным потокам, лежит в основе достижения сбалансированности между количественными и качественными показателями рыбодобывающей деятельности промысловых судов, интенсификации добывающего процесса по показателю качества – степени освоения ОДУ и квот добычи (вылова) водных биологических ресурсов.

Список литературы

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

2. Лисиенко С.В. Концептуальный подход к совершенствованию организации ведения добычи водных биологических ресурсов в контексте развития общей теории промышленного рыболовства (на примере Дальневосточного региона) // Вестн. АГТУ. Сер. Рыб. хозяйство. – 2014. – № 1. – С. 18–28.

3. Материалы коллегий Федерального агентства по рыболовству 2012–2016 гг.

4. Лисиенко С.В. Совершенствование организации ведения добычи водных биологических ресурсов с целью успешной реализации стратегического развития отечественного рыболовства // Рыб. хоз-во. – 2013. – № 3. – С. 17–21.
5. Андреев М.Н., Студенецкий С.А. Оптимальное управление на промысле. – М.: Пищ. пром-сть, 1975. – 288 с.
6. Лисиенко С.В. Организация и планирование промышленного рыболовства: учеб. пособие. Доп. управлением науки и образования ФАР в качестве учебного пособия для студентов и курсантов высших и средних учебных заведений, обучающихся по направлению подготовки 111500 «Промышленное рыболовство» и 111501.51 «Промышленное рыболовство» и рек. уполномоченным Минобрнауки РФ Учебно-методическим объединением по образованию в области рыбного хозяйства при ФГБОУ ВПО «Калининградский государственный технический университет». – М: Моркнига, 2012. – 230 с.
7. Мельников В.Н., Мельников А.В. Совершенствование общей теории промышленного рыболовства // Вестн. АГТУ. Сер. Рыб. хоз-во. – 2014. – № 1. – С. 42–53.
8. Лисиенко С.В. О многовидовом рыболовстве в контексте совершенствования системной организации ведения промысла ВБР // Рыб. хоз-во. – 2013. – № 4. – С. 34–41.
9. Мизюркин М.А., Лисиенко С.В., Гоголина Л.В. Рыбозаводы Приморья: организационные, управленческие, производственные проблемы в контексте современной теории и практики: монография. – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2001. – 106 с.
10. Лисиенко С.В. Теоретические основы формирования эффективной системы организации работы добывающего флота на основе логистического подхода к организации и управлению производственным процессом на промысле морских биоресурсов // Научно-практические вопросы регулирования рыболовства: материалы Междунар. науч.-практ. конф. – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2011. – С. 77–81.
11. Прангишвили И.В. Системный подход и общесистемные закономерности. Сер. Системы и проблемы управления. – М.: СИНТЕГ, 2000. – 528 с.
12. Миротин Л. Б., Ташбаев Ы.Э. Системный анализ в логистике: учебник. – М.: Изд-во «Экзамен», 2004. – 480 с.

S.V. Lisienko
Dalrybvtuz, Vladivostok, Russia

**THE MODERN APPROACH TO SOLVE THE PROBLEMS OF IMPROVING
THE FISHING QUALITY BASED ON THE IMPROVEMENT OF THE AQUATIC BIO-
LOGICAL RESOURCES FISHING MANAGEMENT
(OF THE FAR EAST FISHING BASIN)**

The present stage of development of domestic fisheries indicates that there are serious problems in the operation of the subsystem "mining" of the whole fishery complex, adversely affecting its own production activities and constraining overall development of the whole complex. Growth point in the achievement of targets major industry documents the fishing industry is to improve the organization to carry out exploration of aquatic biological resources. It is based on the concept of achieving compliance with the quantity and quality of fishing - production volumes increase, accompanied by their full development. Scientific novelty is the use of logistic approach as a methodology to improve the organization and management of the production system in the management of production of water biological resources. As the object of the research is determined multispecies fishery system. The scientific basis of a systematic approach to organizing, planning and management of the fishing activity in the multispecies fishery system.

Сведения об авторе: Лисиенко Светлана Владимировна, канд. экон. наук, доцент, заведующая кафедрой «Промышленное рыболовство»,
e-mail: lisienkosv@mail.ru.

А.А. Недоступ, А.О. Ражев
 ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет»,
 Калининград, Россия

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ ДИНАМИЧЕСКОГО ПОДОБИЯ ТРАЛОВОЙ СИСТЕМЫ

Описаны экспериментальные установки для проведения исследований с тралами. Приводится постановка задачи динамического подобия траловой системы.

Физическое моделирование как научный метод познания интересующих нас явлений или процессов имеет давнюю историю и успешно применяется во всех областях науки. Действительно, изучая динамические процессы, протекающие с техническими узлами и агрегатами сложных динамических систем в натуральных условиях, можно получить данные по функциональным зависимостям, связывающим все элементы системы, но при этом не установить, что и как влияет на характеристики каждого элемента в отдельности. Испытание натуральных механических систем, каковыми являются траловые системы (донные и разнотрапные), сопряжено с большими экономическими затратами. Поэтому исследования динамических процессов целесообразней вести на их моделях в лабораторных условиях. При этом необходимо руководствоваться правилами динамического подобия [1–3]. В таблице приведены основные масштабы физических характеристик гидродинамических, грунтодинамических и трибологических процессов, протекающих с траловыми системами при динамическом подобии.

Основные масштабы физических характеристик гидродинамических, грунтодинамических и трибологических процессов, протекающих с траловыми системами при динамическом подобии

Масштабы физических характеристик		Преобразование через масштаб C_l
Физические характеристики	Обозначение	
1	2	3
Геометрический параметр (длина, высота, ширина и др.)	C_l	C_l
Геометрический параметр (площадь)	C_A	C_l^2
Геометрический параметр (объем)	C_V	C_l^3
Геометрический параметр (геометрический момент инерции)	C_I	C_l^4
Масса	C_m	C_l^3
Время	C_t	$C_l^{5/4}$
Скорость	C_v	$C_l^{-1/4}$
Сила	C_R	$C_l^{3/2}$
Ускорение	C_w	$C_l^{-3/2}$
Объемный вес	C_γ	$C_l^{-3/2}$
Момент (вращательный)	C_{Mb}	$C_l^{5/2}$
Плотность	C_ρ	1
Динамическая вязкость воды	C_μ	$C_l^{3/4}$
Кинематическая вязкость воды	C_ν	$C_l^{3/4}$
Изгибная жесткость	C_{EI}	$C_l^{7/2}$
Упругость материала	C_E	$C_l^{-1/2}$
Давление	C_p	$C_l^{-1/2}$
Частота оборотов	$C_{об}$	$C_l^{-5/4}$
Частота колебаний	C_f	$C_l^{-5/4}$

1	2	3
Касательное напряжение	C_{σ}	$C_l^{-1/2}$
Потенциальная энергия	C_U	$C_l^{5/2}$
Кинематическая энергия	C_{Tn}	$C_l^{5/2}$
Поверхностное натяжение	$C_{\sigma n}$	$C_l^{1/2}$
Сдвиг грунта	$C_{\tau_{гр}}$	$C_l^{-1/2}$
Связность грунта	$C_{C\omega}$	$C_l^{-1/2}$
Нормальная нагрузка	$C_{\sigma_{гр}}$	$C_l^{-1/2}$
Мощность	C_N	$C_l^{5/4}$
Твердость	$C_{НВ}$	$C_l^{-1/2}$
Угол	$C_{\alpha} = C_{\varphi_{вн}}$	1
Сплошность	$C_{F\omega}$	1
Коэффициент сопротивления (распорной силы, боковой силы)	C_k	1
Коэффициент трения	$C_{\mu d}$	1
Относительное удлинение	C_{ε}	1

При модельных испытаниях орудий рыболовства выявляются особенности их сопротивления, решаются различные теоретические и практические вопросы, связанные с эксплуатацией и повышением их эффективности. Существует два принципа моделирования. Первый из них заключается в моделировании прямого движения модели орудия рыболовства (буксировки), движущейся в неподвижной жидкости. Такие испытания производят в специальных лабораториях – опытовых бассейнах. Они также могут проводиться в специально оборудованных открытых водоемах – полигонах. Второй принцип – моделирование обращенного движения, когда неподвижная модель обтекается потоком движущейся воды.

К установкам для физического моделирования орудий и процессов рыболовства относятся полигоны, опытовые бассейны, гидрлотки и гидроканалы, аэродинамические трубы и экспериментальные стенды.

Полигоны для моделирования рыболовных орудий и их процессов создаются на естественных водоёмах (озёрах, заливах, водохранилищах), что обеспечивает весьма близкие к натурным условия экспериментов с моделями. С одной стороны, это обстоятельство снижает влияние масштабного эффекта на результаты опытов с моделями, увеличивает их достоверность. С другой – ухудшает условия экспериментов, так как в открытом водоёме они обычно проводятся при наличии ветра, взволнованной поверхности и других факторов, характерных для натуральных условий. Ярким примером полигона является Виштынецкое озеро, до 90-х гг. XX в. которое было базой кафедры промышленного рыболовства КТИРПХ.

Несомненным достоинством полигонов является возможность моделирования не только рыболовного орудия, но и рыбопромысловой системы в целом, включая судно и промысловые механизмы. Например, при моделировании траловой системы в условиях полигона удаётся наиболее полно обеспечить геометрическое и силовое подобие всех её элементов, включая ваера, распорные доски, оснастку верхней и нижней подбор, что невозможно осуществить при проведении опытов на лабораторных установках.

Достоинства:

1. Минимальное значение масштабного эффекта.
2. Возможность моделирования не только рыболовного орудия, но и рыбопромысловой системы в целом, включая судно и промысловые механизмы.

Недостатки:

1. Сложные условия экспериментов, так как в открытом водоёме они обычно проводятся при наличии ветра, взволнованной поверхности и других факторов, характерных для натуральных условий.

2. Дорогие эксперименты.

Важнейшую роль в исследовании орудий и процессов рыболовства играют опытовые бассейны. Всякий опытовый бассейн имеет канал, заполненный водой и оборудованный рядом устройств, обеспечивающих приведение моделей в движение и выполнение всех необходимых измерений (возможно, с записью и обработкой результатов), а также модельную мастерскую. В настоящее время опытовым бассейном часто называют учреждение, которому принадлежит непосредственно бассейн (канал с водой). В этом смысле к опытовому бассейну относят и комплекс других средств, обеспечивающих проведение экспериментов. Кроме изучения сопротивления воды движению судов различных типов (надводных, подводных, с динамическими принципами поддержания) и в различных условиях (на спокойной воде, на волнении, на мелководье), в бассейнах изучается работа орудий рыболовства и другие вопросы.

По способу приведения модели в движение различают два типа опытовых бассейнов, которые обычно также отличаются и своими размерами: 1) бассейны гравитационного типа (малые – с длиной канала примерно до 40–50 м), где модель приводится в движение весом падающего груза; 2) бассейны динамометрического типа (большие – с длиной канала примерно до 1 км), где модель приводится в движение с помощью специальной тележки, движущейся по рельсам, проложенным по бортам бассейна. В малых бассейнах сопротивление задается (через вес падающего груза), а скорость определяется, в больших, наоборот, задается скорость тележки, а сопротивление измеряется. Выбор типа и размеров бассейна определяется решаемыми задачами, финансовыми возможностями и другими соображениями. Длина бассейна должна обеспечивать разгон, установление режима обтекания (2–3 длины модели), проведение измерений при движении с постоянной скоростью и торможение; ускорения при разгоне и торможении лимитированы. Для устранения влияния стенок и дна бассейна его ширина и длина должны в 10–15 раз превышать ширину модели.

В КГТУ запущен после большого перерыва опытовый бассейн, в котором можно проводить эксперименты по исследованию динамики траловых систем. Опытный бассейн Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Калининградский государственный технический университет» (ФГБОУ ВПО «КГТУ») является инструментом для исследования моделей орудий лова, а также исследования процессов рыболовства (выборка невода, выборка трала, замет кошелькового невода и др.), в частности, масштабного эффекта (рис. 1).

Достоинствами опытового бассейна являются независимость от времени года и погодных условий, большие размеры рабочего участка. Но есть у него и недостатки: время на эксперимент с траловой конструкцией ограничено, отсутствует подводная визуализация процессов, проходящих в траловой системе, и др. Эти ограничения накладываются на размеры будущей модели трала или другого рыболовного орудия и величину масштабного эффекта.

Тележка, расположенная на рельсах вдоль бассейна, закреплена к стальному тросу, за счет которого и происходит ее движение. С учетом этого тележка в первый момент времени разгоняется, затем происходит движение при постоянной скорости, а далее наступает процесс торможения.

Значения характеристик разгона и торможения тележки важны при экспериментах с моделью трала или другого рыболовного орудия, когда непосредственно используется буксирующая тележка. Характеристики опытового бассейна ФГБОУ ВПО «КГТУ»:

Длина 52,0 м

Ширина 7,0 м

Глубина 4,0 м

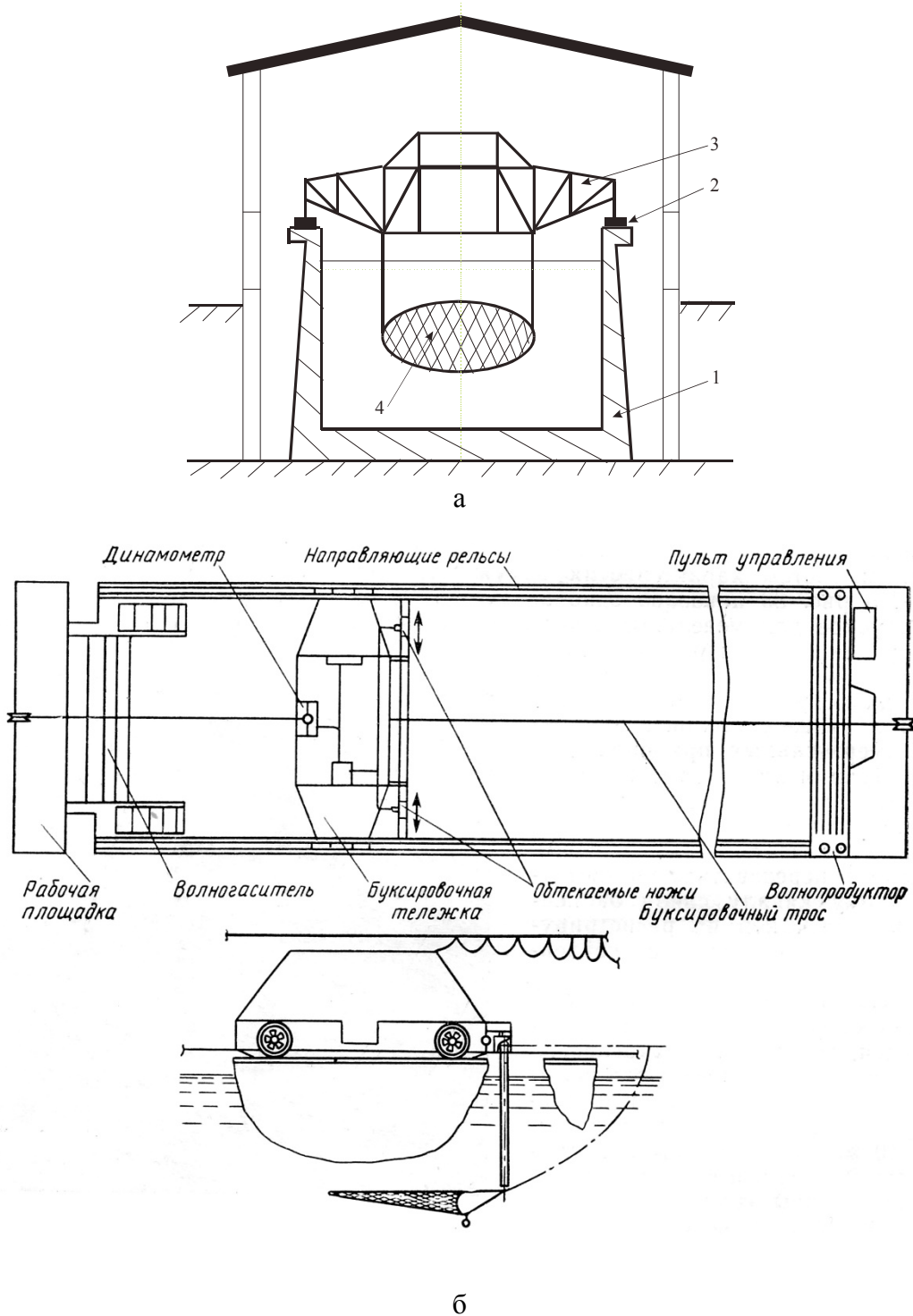


Рис. 1. Опытный бассейн ФГБОУ ВО «КГТУ»: а – поперечный разрез; б – виды: сверху и сбоку

В малых бассейнах к модели крепится бесконечный (кольцевой) трос, перекинутый через два блока, расположенные по концам бассейна. В конце бассейна имеется сдвоенный блок, причем на шкиве большего диаметра закреплен трос, присоединенный к модели, а на шкиве меньшего диаметра – трос, на котором подвешен падающий груз. Это позволяет уменьшить высоту падения груза. Груз может падать с высоты (со специальной башни) до уровня бассейна, опускаться в шахту, но чаще верхнее его положение находится выше, а нижнее – ниже уровня бассейна. В начале бассейна имеется разгонное устройство, придающее модели начальную скорость (в противном случае установившийся режим будет достигаться при большей длине бассейна), в конце располагается тормозное устройство.

Тележка в бассейнах динамометрического типа приводится в движение электродвигателем. Имеется специальное устройство, которое позволяет модели, например, испытывать качку, но двигаться поступательно только со скоростью тележки; оно же обеспечивает измерение сопротивления и, при необходимости, других компонентов гидродинамических сил. Тележка имеет вид ферменного моста через канал бассейна; при больших скоростях испытаний ее могут делать крытой.

Для сокращения времени между испытаниями применяют волногасители – устройства, поглощающие энергию волн, образующихся в результате движения моделей. Некоторые бассейны оборудуются волнопродукторами – устройствами, создающими волны с заданными характеристиками. Волны могут быть регулярными, а в некоторых бассейнах – и нерегулярными. Волнопродукторы необходимы для исследования влияния волн на такие орудия рыболовства, как ставные невода, кошельковые невода, ставные сети и др. Волнопродукторы бывают различных типов; они создают волны, совершая вынужденные колебательные движения с заданными амплитудой и частотой. Это дает возможность исследовать орудия и процессы рыболовства (выборка кошелькового невода с учетом волнения) на волнении с требуемыми характеристиками (увеличение сопротивления, качку различных видов рыболовного судна).

Для моделирования динамических процессов (выборка донного трала, выборка донного невода) на тележке устанавливается лебедка. Так, для примера при физическом моделировании процесса выборки донного невода якорным способом в опытовом бассейне ФГБОУ ВО «КГТУ» использовали следующее оборудование: измерительный комплекс МИС-200, двухбарабанную лебедку, тензодатчик, блок питания, угломер, реостат.

Более подробные сведения об опытовых бассейнах и их оборудовании имеются в специальной литературе. Для изучения управляемости существуют ротационные (круглые) бассейны. Модели в них вращаются с помощью специальной ротационной установки.

Испытания моделей орудий рыболовства могут проводиться и в других сооружениях (лабораториях) – гидроканалах и гидролотках. Принцип обращенного движения, когда модель стоит на месте, а навстречу ей движется поток воды, используется в гидролотке. Преимущества лотка – сравнительно небольшие размеры, а также то, что модель, измерительное оборудование и экспериментаторы располагаются в исследовательском и экспериментальном секторах. Наиболее серьезный недостаток – трудно обеспечить равномерность потока в месте расположения модели. С этим связан так называемый парадокс Дюбуа – при одинаковых условиях сопротивление в гидролотке на 10–15 % выше, чем в бассейне. Парадокс объясняется именно неоднородностью потока в лотке, скорость которого в районе стенок снижается, а у модели, наоборот, возрастает, причем могут появляться радиальные скорости. В мире гидроканалов и гидролотков достаточно много, но самыми большими являются:

1. Гидроканал SINTEFF в г. Хиртсхал (Дания).
2. Гидроканал университета в г. Налл (Англия).
3. Гидроканал ЦАГИ в г. Санкт-Петербург (Россия).
4. Гидроканал ЗАО «МариНПО» в г. Калининграде (Россия).
5. Гидроканал университета г. Токио (Япония).
6. Гидроканал университета в г. Ньюфаундленд (Канада).
7. Гидроканал морского колледжа на о. Тасмания (Австралия).
8. Гидроканал исследовательского института IFREMER в г. Булонь (Франция).

Освоение рыбного промысла в открытой зоне Мирового океана требует создания высокоэффективных орудий промышленного рыболовства, что обусловлено определенными знаниями как в области биофизических особенностей объекта промысла, так и инженерных основ проектирования орудий лова. Последнее, в свою очередь, невозможно без знания законов гидродинамики. Таким образом, создание необходимых орудий промышленного рыболовства самым тесным образом связано с уровнем научных достижений в гидродинамике.

Специалистам, работающим в этой области науки, известно, какие сложности вызывает испытание орудий лова в океане. Эксперименты с физическими моделями проводятся на специально оборудованных в этих целях полигонах или на лабораторных установках. Поэтому в 1979 г. в г. Калининграде построен и введен в эксплуатацию гидроканал – специальная установка лабораторного типа для проведения экспериментов в области гидромеханики орудий промышленного рыболовства.

Строительство гидроканала длилось десять лет, и сегодня он является одним из крупнейших сооружений подобного типа в мире.

Его созданию предшествовали специальные исследования структуры потока, которые проводились сотрудниками НПО на модели масштабом 1 : 10. В результате исследований была выбрана конструкция гидроканала, которая обеспечила неравномерность потока во всем диапазоне скоростей в поперечном сечении менее 1 и менее 3 % по длине рабочего участка. При этом поверхность потока в рабочем участке ровная, без волнообразований.

Степень начальной турбулентности 1,25 %. В гидроканале циркулируют 900 т воды со скоростью от 0,05 до 3,5 м/с. Его гидравлический тракт выполнен аналогично аэродинамическим трубам с пространственным конфузуром (200 т воды удерживаются вакуумом). Пространственный конфузур (сопло) с большим коэффициентом поджатия позволяет получать эпюры равных скоростей потока практически по всему рабочему участку. Кроме того, в конструкции гидроканала применены различные устройства, повышающие качество потока. Конфигурация обратного канала (диффузора) и других участков, обеспечивающих повышенную (относительно общей длины) протяженность больших площадей сечения, позволила снизить гидравлические потери до минимальных значений и тем самым повысить коэффициент качества гидроканала до 0,85, что более чем в два раза превышает аналогичный коэффициент у подобных установок. Максимальная затрачиваемая мощность электропривода составляет 140 кВт (установленная примерно 250 кВт) при $v=2,5$ м/с.

Для наблюдений и кинофотосъемки гидроканал оборудован 18 прямоугольными иллюминаторами размером 1,5х0,6 м, расположенными в боковых стенках и днище; в передней стенке имеется смотровое окно размером 6х1,8м (рис. 2).

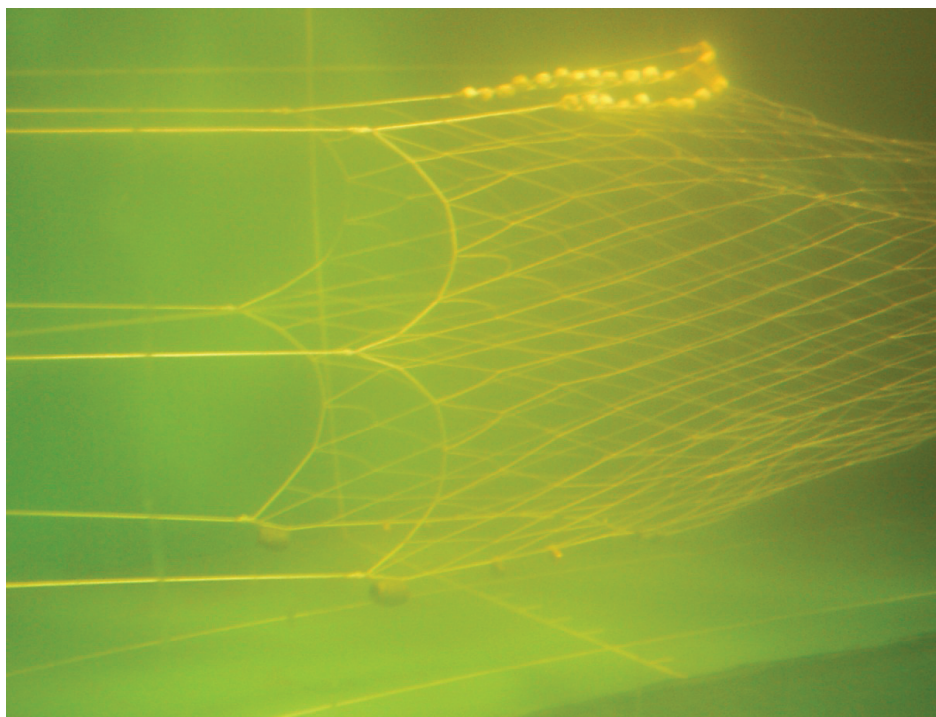


Рис. 2. Смотровое окно гидроканала ЗАО «МариНПО»
(физическое моделирование стационарного процесса траления
разноглубинного трала)

Аппаратура управления и приборы контроля параметров потока расположены в пульте управления, находящемся над рабочим участком и обеспечивающем полный обзор рабочего пространства гидроканала. Последний оборудован приборами и устройствами для измерения силовых и других параметров исследуемых объектов. Комплекс установок для исследования тралов позволяет измерять силу сопротивления и стягивающую силу траловой сети в потоке, пространственную форму сети, а также силу натяжения в отдельных ее нитях. Кроме того, имеется возможность исследовать динамические процессы управления тралом по глубине. Специальный комплекс установок предназначен для исследования гидродинамических коэффициентов траловых досок и другой оснастки трала, а также статической устойчивости их движения.

В гидроканале можно исследовать поля давлений в трале, а также проводить другие исследования в области орудий промышленного рыболовства, промысловых судов, океанологической техники и средств освоения океана. Для регистрации и обработки экспериментальных данных применяются измерительные и регистрирующие оборудование и аппаратура, в том числе автоматизированная система сбора и обработки информации на базе ПЭВМ. Для фиксации динамических процессов используется телевизионный комплекс цветного изображения с видеоманитофоном. Указанное оборудование постоянно обновляется или модернизируется.

Тридцатилетний опыт эксплуатации гидроканала показал, что он является универсальной установкой в области экспериментальной гидромеханики и может успешно конкурировать со многими другими установками, в том числе с опытовыми бассейнами и даже аэродинамическими трубами.

Сегодня в гидроканале проводятся исследования по созданию новых промысловых схем рыболовных траулеров; новых тралов с улучшенными параметрами сетной оболочки, в том числе с зеркальной (квадратной) ячеей; унификации конструктивных особенностей траловых досок с целью повышения их маневренных и гидродинамических характеристик; продолжаются работы по совершенствованию конструкций так называемых акустических тралов и многие другие исследовательские работы.

ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ГИДРОКАНАЛА

Тип – циркуляционный вертикальный замкнутый с открытым рабочим участком.

Габариты, м... ..	34x9x12
Габариты рабочего участка, м... ..	14x3x2
Высота рабочего участка по зеркалу воды, м... ..	2
Объем воды, м ³	900
Максимальная скорость воды в рабочем участке, м/с... ..	3,4
Мощность привода потребляемая, кВт... ..	117
Мощность привода установленная, кВт... ..	250
Диаметр импеллера, м... ..	2,1
Производительность импеллерного насоса, м ³ /с... ..	21,0

Главным масштабом при постановке задачи динамического подобия траловой системы является масштаб C_l . Его обоснование и является первостепенной задачей при создании модели и проведении экспериментов на выбранной установке. Таким образом, единственным правильным решением в выборе масштаба C_l возможно осуществить по формуле

$$C_l = \frac{L_{раб}}{L_n},$$

где $L_{раб}$ – длина рабочего участка экспериментальной установки; L_n – длина траловой системы.

Исходя из определенного значения C_l рассчитываются все остальные масштабы подобия (см. таблицу).

Список литературы

1. Недоступ А.А. Физическое моделирование гидродинамических процессов движения орудий рыболовства // Вестн. Томского государственного университета. Математика и механика. – Томск. – 2012. – №. 3(19). – С. 55–67.
2. Недоступ А.А. Физическое моделирование орудий и процессов рыболовства: монография. – Калининград: КГТУ, 2012. – 375 с.
3. Недоступ А.А. Экспериментальная гидромеханика орудий рыболовства. – М.: Моркнига, 2014. – 363 с.

A.A. Nedostup, A.O. Razhev
Kaliningrad State Technical University, Kaliningrad, Russia

STATEMENT OF THE PROBLEM OF DYNAMIC SIMILARITY OF THE TRAWL SYSTEM

The article describes experimental facilities for conducting research with trawls. The statement of the problem of dynamic similarity of the trawl system is given.

Сведения об авторах: Недоступ Александр Алексеевич, проректор по информатизации и развитию, заведующий кафедрой промышленного рыболовства, канд. техн. наук, доцент;

Ражев Алексей Олегович, соискатель ученой степени канд. техн. наук.

УДК 639.2.081.117.212

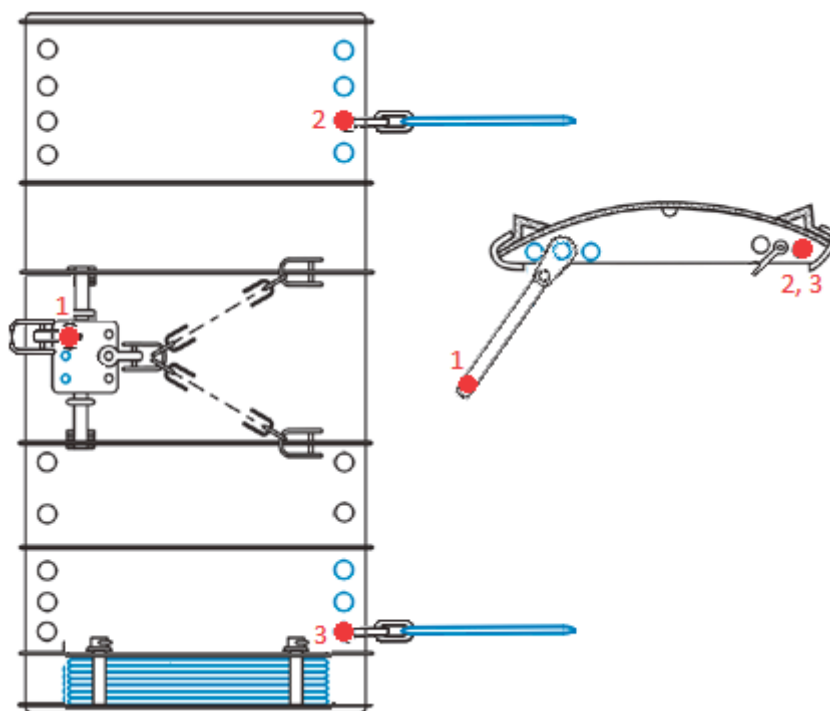
A.A. Nedostup, A.O. Razhev
ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет»,
Калининград, Россия

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ РАСПОРНОЙ ТРАЛОВОЙ ДОСКИ С КАНАТНО-СЕТНОЙ ЧАСТЬЮ РАЗНОГЛУБИННОГО ТРАЛА

Описана математическая модель взаимодействия канатно-сетной части разноглубинной траловой системы с такими ее твердотельными элементами, как распорные траловые доски. Для каждого типа траловой доски численным методом расщепления строится многомерная таблица, по которому в процессе моделирования с использованием табличных преобразований и линейной интерполяции определяются зависимости внешних силовых характеристик траловой доски от ее кинематических характеристик. По вычисленным внешним силовым характеристикам с учетом внутренних сил в траловой системе на каждом временном шаге моделирования вычисляются коррекции пространственно-временных характеристик траловой доски.

В состав разноглубинной траловой системы входят не только канатно-веревочные элементы, но и твердые тела (распорные траловые доски), для математического моделирования динамики которых необходимо учитывать их кинематические свойства. Для внедрения твердого тела в общую математическую модель точечных масс [1, 2] необходимо определить зависимости, связывающие силовые и пространственно-временные характеристики в точках соединения твердого тела с канатно-веревочной частью системы. В случае

распорной траловой доски таких точек (узлов) три (рисунок): точка крепления ваера (точка 1); точки крепления лапок (точки 2 и 3).



Распорная траловая доска с обозначением узлов и связей модели точечных масс

Для решения поставленной задачи условимся, что траловая доска является абсолютно твердым (несжимаемым) телом. Введем следующие силовые и пространственные характеристики твердого тела, являющиеся входными для итерации алгоритма расчета методом точечных масс:

- \mathbf{r}_0 – координаты центра масс в глобальной (модельной) декартовой системе координат;
- \mathbf{v}_0 – линейная скорость центра масс;
- φ – угловые координаты в полярной системе координат с началом в центре масс;
- ω – угловая скорость вращения относительно центра масс;
- \mathbf{F} – суперпозиция всех сил, приложенная к центру масс;
- \mathbf{M} – суммарный вращающий момент относительно центра масс.

Метод точечных масс основан на последовательном приближении значений внутренних сил по различным критериям (длина связи) с учетом заданных ограничений (дно водоема, максимальная скорость узла, ...) [3]. Алгоритм состоит из двух вложенных циклов:

- внутреннего – вычисляющего внутренние силы при фиксированных пространственных характеристиках;
- внешнего – вычисляющего внешние силы по текущим пространственным характеристикам и осуществляющим коррекцию пространственных характеристик с учетом временного шага (двойное интегрирование по времени) по вычисленным внутренним и внешним силам.

Для вычисления таких внешних силовых характеристик по текущим пространственным характеристикам, как сил гидродинамического сопротивления, необходимо решить систему уравнений Навье–Стокса. Данная задача является трудоемкой с точки зрения вычислений, поэтому предлагается заменить процесс решения систем уравнений табличным преобразованием с линейной интерполяцией промежуточных значений:

$$(\omega; \mathbf{v}_0) \rightarrow (\mathbf{R}; \mathbf{M}\mathbf{r}), \quad (1)$$

где \mathbf{R} – сила гидродинамического сопротивления, приложенная к центру масс; $\mathbf{M}\mathbf{r}$ – вращающий момент сил гидродинамического сопротивления относительно центра масс.

Табличное преобразование работает по данным, созданным заранее для каждого типа твердого тела (распорной траловой доски) и занесенным в шестимерную таблицу [4]. Каждой координате гиперкуба ставится в соответствие скаляр входного параметра (три скаляра для угловой скорости и три – для линейной скорости). Каждая ячейка гиперкуба ставится в соответствие выходным векторным параметрам (внешней силе и внешнему крутящему моменту). Шаг дискретизации по координатам выбирается исходя из требуемой точности вычислений. Промежуточные значения вычисляются методом линейной интерполяции.

Рассмотрим подробнее процесс получения данных для заполнения гиперкуба. Процесс заполнения выполняется посредством численного решения уравнений Навье–Стокса методом расщепления на трехмерной пространственной сетке [5, 6]. Шаг сетки выбирается исходя из требуемой точности вычислений. Исходными параметрами метода является поле скоростей, а выходными – поле давлений.

Метод расщепления является итерационным. Перед первой итерацией поля скоростей и давлений (значения скоростей и давлений во всех ячейках сетки) обнуляются, а в ячейки на границе тело–жидкость заносятся начальные линейные скорости движения точки на поверхностях тела относительно жидкости:

$$\mathbf{v}_i = \mathbf{v}_0 + \boldsymbol{\omega} \times \mathbf{r}_i, \quad (2)$$

где \mathbf{v}_i – линейная скорость в точке на поверхностях тела относительно жидкости; \mathbf{r}_i – координаты точки в декартовой системе координат с началом в центре масс; \times – обозначение векторного произведения.

После последней итерации по полученному полю давлений находятся сила гидродинамического сопротивления, приложенная к центру масс, и крутящий момент сил гидродинамического сопротивления относительно центра масс:

$$\mathbf{R} = \sum_i S_i p_i \mathbf{n}_i, \quad \mathbf{M}\mathbf{r} = \sum_i S_i p_i \mathbf{n}_i \times \mathbf{r}_i, \quad (3)$$

где S_i – площадь поверхности элементов тела внутри i -й ячейки сетки; p_i – давление в i -й ячейке; \mathbf{n}_i – вектор нормали к поверхности, ориентированный внутрь элемента тела; i – номер ячейки, через которую проходит поверхность элемента тела; \sum – множество всех ячеек, через которые проходят поверхности.

Для определения начала координат перед заполнением гиперкуба необходимо определить центр масс тела в декартовой координатной системе, привязанной к началу сетки:

$$\mathbf{r}_{0G} = \sum_k \frac{m_k \mathbf{r}_k}{m}, \quad (4)$$

где \mathbf{r}_{0G} – координаты центра масс тела в декартовой системе, привязанной к началу сетки; \mathbf{r}_k – координаты центра масс k -го элемента в декартовой системе, привязанной к началу сетки; m – масса тела (траловой доски) с учетом присоединенной массы; m_k – масса k -го элемента тела; k – номер элемента; \sum – множество всех элементов.

Рассмотрев процесс формирования гиперкуба для табличного преобразования, вернемся к алгоритму моделирования. Для текущего шага времени выполнив (1) найдем корреляцию пространственных характеристик на этом шаге:

$$\frac{d\mathbf{r}_0}{dt} = \mathbf{v}_0, \quad \frac{d\boldsymbol{\varphi}}{dt} = \boldsymbol{\omega}, \quad \frac{d\mathbf{v}_0}{dt} = \mathbf{a}, \quad \frac{d\boldsymbol{\omega}}{dt} = \boldsymbol{\beta}, \quad (5)$$

$$\mathbf{a} = \frac{\mathbf{F}}{m}, \quad \boldsymbol{\beta} = \frac{\mathbf{M}}{J}, \quad (6)$$

$$\mathbf{F} = \mathbf{F}_e + \mathbf{F}_i + \mathbf{R}, \quad \mathbf{M} = \mathbf{M}_r + \mathbf{M}_i, \quad (7)$$

$$\mathbf{M}_i = \sum_j \mathbf{F}_i \times (\mathbf{r}_j - \mathbf{r}_0), \quad (8)$$

где t – модельное время; \mathbf{a} – линейное ускорение центра масс; $\boldsymbol{\beta}$ – угловое ускорение относительно центра масс; J – момент инерции; \mathbf{F}_e – суперпозиция всех внешних сил (гидростатических), за исключением гидродинамических, приложенная к центру масс; \mathbf{F}_i – суперпозиция внутренних сил натяжения канатов, приложенных к телу в точках крепления (для траловой доски их три); \mathbf{M}_i – вращающий момент внутренних сил натяжения канатов относительно центра масс; j – номер точки приложения внутренней силы (для траловой доски $j \in [1, 2, 3]$).

Дифференциальные уравнения (5) решаются численными методами Адамса и Рунге–Кутты [7].

Для твердого тела (траловой доски) его массу и момент инерции считаем постоянными в течение всего процесса моделирования:

$$m = \sum_k m_k, \quad J = \sum_k m_k r_k^2, \quad (9)$$

где r_k – расстояние от центра масс k -го элемента тела до центра масс тела.

Условием выхода из внутреннего цикла является выполнение условия на длину для всех связей в модели точечных масс траловой системы:

$$|L - L_0| \leq L_0 \varepsilon, \quad (10)$$

где L – расчетная длина связи после очередной итерации; L_0 – длина связи с учетом деформации (растяжения); ε – максимальная разрешенная ошибка вычислений.

Для нахождения длины связей с узлами твердого тела необходимо вычислить их координаты в глобальной (модельной) декартовой системе координат:

$$\mathbf{r}'_j = \mathbf{r}_0 + \boldsymbol{\varphi} \times \mathbf{r}_j, \quad (11)$$

где \mathbf{r}'_j – координаты узла в глобальной (модельной) декартовой системе координат; \mathbf{r}_j – координаты узла в локальной (твердого тела) декартовой системе координат с началом в центре масс.

Список литературы

1. Недоступ А.А., Володько Д.А., Ражев А.О. Гидродинамический расчет рыболовной сети // Инженерные системы – 2012: сб. тр. V Междунар. науч.-практ. конф. – М.: РУДН, 2012. – С. 27–31.

2. Недоступ А.А., Ражев А.О., Соколова Е.В., Макаров В.В. Математическое моделирование орудий и процессов рыболовства: монография. – Калининград: КГТУ, 2016. – Ч. III. – 184 с.

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

4. Боровиков В.П. Искусство анализа данных на компьютере: для профессионалов. – 2-е изд. (+CD). – СПб.: Питер, 2003. – 688 с.

5. Харченко С.А. Влияние распараллеливания вычислений с поверхностными межпроцессорными границами на масштабируемость параллельного итерационного алгоритма решения систем линейных уравнений на примере уравнений вычислительной гидродинамики // Параллельные вычислительные технологии: тр. Междунар. науч. конф., Санкт-Петербург, 28 января – 1 февраля 2008 г. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2008. – С. 494–499.

6. Abe, K., Kondoh, T., Nagano, Y. (1995) A New Turbulence Model for Predicting Fluid Flow and Heat Transfer in Separating and Reattaching flows-II. Thermal Field Calculation // Int. Journal of Heat and Mass Transfer. – Vol. 38, № 8. – P. 1467–1481.

7. Ильина В. А., Силаев П. К. Численные методы для физиков-теоретиков. Ч. 2. – М.; Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2004. – 118 с.

A.A. Nedostup, A.O. Razhev
Kaliningrad state technical university

MATHEMATIC MODEL OF TRAWL DOORS AND ROPES-NET PART OF MID-WATER TRAWL SYSTEM INTERACTIONS

This article describes a mathematical model for the interaction of the cable-net part of a mid-water trawl system with such solid-state elements as trawl doors. For each type of trawl door, a hypercube is constructed using the numerical splitting method, which determines the dependence of the external power characteristics of the trawl door on its kinematic characteristics during the simulation using table transformations and linear interpolation. Based on the calculated external force characteristics, taking into account internal forces in the trawl system, correction of the space-time characteristics of the trawl door is calculated at each time step of the simulation.

Сведения об авторах: Недоступ Александр Алексеевич, проректор по информатизации и развитию, заведующий кафедрой промышленного рыболовства, канд. техн. наук, доцент;

Ражев Алексей Олегович, соискатель ученой степени канд. техн. наук.

УДК 639.2.081.117.212

А.О. Ражев, А.А. Недоступ
ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет»,
Калининград, Россия

ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТВЕРДОТЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ РАЗНОГЛУБИННОЙ ТРАЛОВОЙ СИСТЕМЫ МЕТОДОМ РАСЩЕПЛЕНИЯ

Описана имитационная модель таких твердотельных элементов разноглубинной траловой системы, как распорные траловые доски. При помощи данной модели вычисляются и сохраняются в табличной форме с заданной степенью дискретизации необходи-

мые для последующего имитационного моделирования траловой системы зависимости силовых от пространственно-временных характеристик твердотельных элементов. При расчете силовых характеристик используется вычисленное численным методом расщепления поле давлений на поверхности твердотельного элемента.

В состав разноглубинной траловой системы входят не только канатно-веревочные элементы, но и твердые тела, для математического моделирования динамики которых необходимо учитывать их кинематические свойства. Для внедрения твердого тела в общую математическую модель точечных масс [1, 2] необходимо определить зависимости, связывающие силовые и пространственно-временные характеристики в точках соединения твердого тела с канатно-веревочной частью системы.

Для вычисления сил гидродинамического сопротивления по скоростям твердого тела необходимо решить систему уравнений Навье–Стокса. Данная задача является трудоемкой с точки зрения вычислений, поэтому предлагается заменить процесс решения систем уравнений табличным преобразованием с линейной интерполяцией промежуточных значений:

$$(\boldsymbol{\omega}; \mathbf{v}_0) \rightarrow (\mathbf{R}; \mathbf{M}\mathbf{r}), \quad (1)$$

где \mathbf{v}_0 – линейная скорость центра масс; $\boldsymbol{\omega}$ – угловая скорость вращения относительно центра масс; \mathbf{R} – сила гидродинамического сопротивления, приложенная к центру масс; $\mathbf{M}\mathbf{r}$ – вращающий момент сил гидродинамического сопротивления относительно центра масс.

Процесс заполнения таблицы выполняется посредством численного решения уравнений Навье–Стокса методом расщепления на трехмерной пространственной сетке [3, 4]. Шаг сетки выбирается исходя из требуемой точности вычислений. Исходными параметрами метода является поле скоростей, а выходными – поле давлений.

По полученному полю давлений находятся сила гидродинамического сопротивления, приложенная к центру масс, и крутящий момент сил гидродинамического сопротивления относительно центра масс (2).

$$\mathbf{R} = \sum_i S_i p_i \mathbf{n}_i, \quad \mathbf{M}\mathbf{r} = \sum_i S_i p_i \mathbf{n}_i \times \mathbf{r}_i, \quad (2)$$

где S_i – площадь поверхности элементов тела внутри i -й ячейки сетки; p_i – давление в i -й ячейке; \mathbf{n}_i – вектор нормали к поверхности, ориентированный внутрь элемента тела; i – номер ячейки, через которую проходит поверхность элемента тела; \sum – множество всех ячеек, через которые проходят поверхности.

Опишем связь полей скорости и давления через полную систему уравнений Навье–Стокса в векторной форме [5], включающую уравнение неразрывности (3), закон сохранения движения (4), уравнение теплопроводности (5) и уравнение состояния (6) при начальных условиях: $T = 283^\circ\text{K}$, $\mathbf{v} = 0$ м/с для всех ячеек сетки и граничных условиях $T_\infty = 283^\circ\text{K}$, $\mathbf{v}_\infty = 0$ м/с.

$$\nabla \cdot \mathbf{v} = 0, \quad (3)$$

$$\frac{\partial \mathbf{v}}{\partial t} + \mathbf{v} \cdot \nabla \mathbf{v} = -\nabla T + \frac{1}{\text{Re}} \nabla^2 \mathbf{v}, \quad (4)$$

$$\frac{\partial T}{\partial t} + \mathbf{v} \cdot \nabla T = \frac{1}{\text{Pr} \cdot \text{Re}} \Delta T + \frac{\gamma - 1}{\gamma \text{Re}} \Phi, \quad (5)$$

$$p = \rho RT, \quad (6)$$

где $\mathbf{v}=(v_x, v_y, v_z)$ – вектор скорости; t – время процесса моделирования; T – температура; Re – число Рейнольдса; $Pr = 9,4$ (при температуре воды 283°K) – число Прандтля; $R = 8,314$ Дж/(моль·K) – газовая постоянная; $\gamma = 4187$ Дж/(кг·K) – удельная теплоемкость для воды; Φ – диссипативная функция; p – давление; ρ – плотность воды.

Условие прилипания для каждой точки на поверхности тела задается исходя из текущих значений линейных и угловых скоростей (7).

$$\mathbf{v} = \mathbf{v}_0 + \boldsymbol{\omega} \times \mathbf{r}, \quad (7)$$

где \mathbf{v}_0 – линейная скорость центра масс; \mathbf{r} – координаты точки в декартовой системе координат с началом в центре масс тела; \times – обозначение векторного произведения.

Диссипативная функция, описывающая необратимую работу вязких сил, представляется в виде (8–11).

$$\Phi = \Phi_x + \Phi_y + \Phi_z, \quad (8)$$

$$\Phi_x = 2 \left(\frac{\partial v_x}{\partial x} \right)^2 + \left(\frac{\partial v_y}{\partial x} \right)^2 + \left(\frac{\partial v_z}{\partial x} \right)^2 + \frac{\partial v_x}{\partial y} \frac{\partial v_y}{\partial x} + \frac{\partial v_x}{\partial z} \frac{\partial v_z}{\partial x}, \quad (9)$$

$$\Phi_y = \left(\frac{\partial v_x}{\partial y} \right)^2 + 2 \left(\frac{\partial v_y}{\partial y} \right)^2 + \left(\frac{\partial v_z}{\partial y} \right)^2 + \frac{\partial v_y}{\partial x} \frac{\partial v_x}{\partial y} + \frac{\partial v_y}{\partial z} \frac{\partial v_z}{\partial y}, \quad (10)$$

$$\Phi_z = \left(\frac{\partial v_x}{\partial z} \right)^2 + \left(\frac{\partial v_y}{\partial z} \right)^2 + 2 \left(\frac{\partial v_z}{\partial z} \right)^2 + \frac{\partial v_z}{\partial x} \frac{\partial v_x}{\partial z} + \frac{\partial v_z}{\partial y} \frac{\partial v_y}{\partial z}. \quad (11)$$

При численном решении уравнение (3) используется для проверки ошибки вычислений на очередной итерации.

Применив для (4) конечно-разностный метод покоординатного расщепления [6], получим для x -компоненты три уравнения:

$$\frac{\partial v_x}{3\partial t} + v_x \frac{\partial v_x}{\partial x} = -\frac{\partial T}{\partial x} + \frac{1}{Re} \frac{\partial^2 v_x}{\partial x^2}, \quad (12)$$

$$\frac{\partial v_x}{3\partial t} + v_y \frac{\partial v_x}{\partial y} = \frac{1}{Re} \frac{\partial^2 v_x}{\partial y^2}, \quad (13)$$

$$\frac{\partial v_x}{3\partial t} + v_z \frac{\partial v_x}{\partial z} = \frac{1}{Re} \frac{\partial^2 v_x}{\partial z^2}. \quad (14)$$

Расщепив подобным образом остальные уравнения и применив к ним неявную конечно-разностную схему первого порядка по времени и второго порядка по пространственным координатам на регулярной сетке, получим набор независимых трехдиагональных систем при фиксированных y, z (12); x, z (13); y, z (14).

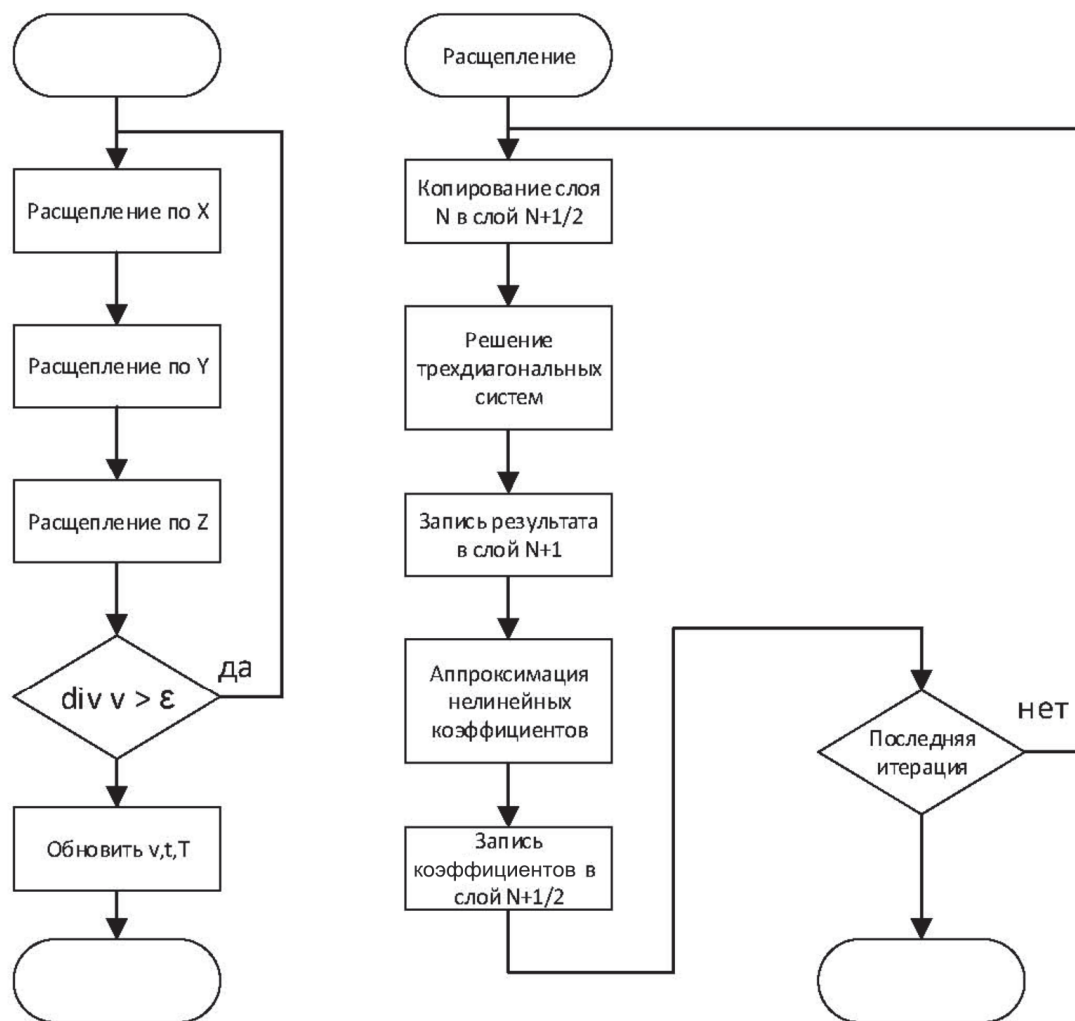
На примере уравнения (12) для каждой пары (j, k) получим следующую конечно-разностную схему (15):

$$\frac{v_{x[i,j,k]}^{n+1} - v_{x[i,j,k]}^n}{\Delta t} + v_{x[i,j,k]}^n \frac{v_{x[i+1,j,k]}^{n+1} - v_{x[i-1,j,k]}^{n+1}}{\Delta x} = -\frac{T_{x[i+1,j,k]}^n - T_{x[i-1,j,k]}^n}{\Delta x} + \frac{1}{\text{Re}} \frac{v_{x[i+1,j,k]}^{n+1} - 2v_{x[i,j,k]}^{n+1} + v_{x[i-1,j,k]}^{n+1}}{\Delta x^2}, \quad (15)$$

где n – номер глобальной итерации; i, j, k – индексы ячейки в трехмерной регулярной сетке.

Уравнение (15) имеет нелинейный коэффициент $v_{x[i,j,k]}^n$ при втором члене в левой части. В связи с этим в процессе решения внутри каждой глобальной итерации необходимо проводить локальные итерации аппроксимации всех нелинейных коэффициентов (дробные шаги) [6].

Блок-схема алгоритма для одного временного шага показана на рисунке.



Блок-схема алгоритма расщепления

При построении таблицы преобразований (1) после каждого временного шага в шести вложенных циклах осуществляется последовательное изменение всех шести компонент векторов начальных v_0 и ω на заданную минимальную величину шага в заданном интервале значений.

Для ускорения процесса построения многомерной таблицы должно быть выполнено условие минимальности шага для всех начальных компонент. Это достигается путем смены знака шага на противоположный при достижении параметром своего граничного значения.

Статья подготовлена в рамках выполнения гранта РФФИ №15-08-464а.

Список литературы

1. Недоступ А.А., Володько Д.А., Ражев А.О. Гидродинамический расчет рыболовной сети // Инженерные системы - 2012: сб. тр. V Междунар. науч.-практ. конф. – М.: РУДН, 2012. – С. 27–31.
2. Недоступ А.А., Ражев А.О., Соколова Е.В., Макаров В.В. Математическое моделирование орудий и процессов рыболовства: монография. – Калининград: КГТУ, 2016. – Ч.III. – 184 с.
3. Харченко С.А. Влияние распараллеливания вычислений с поверхностными меж-процессорными границами на масштабируемость параллельного итерационного алгоритма решения систем линейных уравнений на примере уравнений вычислительной гидродинамики // Параллельные вычислительные технологии: тр. Междунар. науч. конф., Санкт-Петербург, 28 января – 1 февраля 2008 г. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2008. – С. 494–499.
4. Abe, K., Kondoh, T., Nagano, Y. (1995) A New Turbulence Model for Predicting Fluid Flow and Heat Transfer in Separating and Reattaching flows-II. Thermal Field Calculation // Int. Journal of Heat and Mass Transfer. – Vol. 38, № 8. – P. 1467–1481.
5. Флетчер К. Вычислительные методы в динамике жидкостей. М.: Мир, 1991. – Т. 2.
6. Яненко Н.Н. Метод дробных шагов решения многомерных задач математической физики. – Новосибирск: Наука, 1967.

A.O. Razhev, A.A. Nedostup
Kaliningrad state technical university, Kaliningrad, Russia

RIGID BODIES OF MIDWATER TRAWL SYSTEM SIMULATION BY ALTERING DIRECTION IMPLICIT METHOD

This article describes an imitation model of such solid-state elements of a once-legged trawl system, such as spacer trawl doors. With the help of this model, the necessary for subsequent simulation of the trawl system of force versus space-time characteristics of solid elements is computed and stored in a tabular form with a given degree of discretization. When calculating the power characteristics, the pressure field calculated on the surface of the solid element calculated by the numerical splitting method is used.

Сведения об авторах: Недоступ Александр Алексеевич, проректор по информатизации и развитию, заведующий кафедрой промышленного рыболовства, канд. техн. наук, доцент;

Ражев Алексей Олегович, соискатель ученой степени канд. техн. наук.

Секция 2. ВОДНЫЕ БИОЛОГИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ, АКВАКУЛЬТУРА И ЭКОЛОГИЯ

УДК 591.69-7

Nguyen Ngoc Chinh¹, Ha Nguyen Van¹, Duc Nguyen Huu², Ngo Ha Duy¹
¹ Institute of Ecology and Biological Resources (IEBR), Vietnam Academy of Science
and Technology (VAST)
² Faculty of Biotechnology, Vietnam National University of Agriculture (VNUA)

FIRST REPORT OF THE SPECIES *UNICAPSULA ANDERSENÆ* MILLER & ADLARD, 2013 (MYXOZOA: MULTIVALVULIDA) FROM THE MUSCLES OF HAIRFINNED LEATHERJACKET *PARAMONACANTHUS JAPONICUS* (TILESIUS, 1809) IN QUANG BINH, VIETNAM

In the present study, 15 Hairfinned leatherjacket Paramonacanthus japonicus from Quang Binh province was examined for collection myxozoan parasite. By the morphological method, spores Unicapsula andersenae was found in the 9 of 15 fishes's muscle. The histopathological observation was in white pseudocysts with thin membrane surrounds. More than 75 pseudocysts was used for measurement of pseudocysts and measured 0.3×0.8 mm. It was seen to be interspersed between the skeletal muscles. The spore of Unicapsula andersenae was 5.06 ± 0.17 (4.48 – 5.41) μm in length and 4.55 ± 0.4 (3.63 – 5.25) μm in width. Each spore had three shell valves with same size. And it contained three subspherical polar capsules include two small polar capsules, one large polar capsula with 1.84 ± 0.2 (1.36 – 2.27) μm in length and 1.69 ± 0.17 (1.32 – 2.08) μm in wide. A molecular analysis on the small subunit ribosomal RNA gene (SSU rDNA) confirmed this was species Unicapsula andersenae. It was discovered by Miller & Adlard, 2013 in Queensland, Australia. This is the first report of Unicapsula andersenae in Vietnam and Paramonacanthus japonicus is a new host record for this species.

Key words: Myxozoa, *Unicapsula andersenae*, *Paramonacanthus japonicus*, Quang Binh.

1. Introduction

Myxozoans are economically important fish parasites with more than 2,180 described species (Lom and Dyková 2006). The genus *Unicapsula* includes myxosporean species with three three valves and each bearing a polar capsule, being the genus of the family Trilosporidae Shulman, 1959 under the order Multivalvulida Shulman, 1959 (Lom and Dykova, 2006). The size of polar capsules is not equal: one of three polar capsules is large and contain coiled of filament polar capsule and two are small and rudimentary (Alama-Berjamo et al., 2009; Miller and Adlard, 2013). To date, there are thirteen species of genus *Unicapsula* have been recorded from different localities and marine host species (Sarah et al., 2016). Most of species in this genus was recored in muscle (Miller and Adlard, 2013; Tomochi et al., 2014), some have been reported in other organs: the gills (Diebakate et al., 1999), kidney (Sarkar, 1999), and urinary bladder (Naidjenova and Zaika, 1970). Spores develop in the pseudocyst, it maybe can easily be observed by the naked eye.

In the current study, by morphology and morphological methods, *Unicapsula andersenae* was recorded for the first time Hairfinned leatherjacket *Paramonacanthus japonicus* from Vietnam.

2. Materials and methods

2.1. Fish and parasite collection

Hairfinned leatherjacket *Paramonacanthus japonicus* fishes were collected in the coastal sea area in Quang Binh province in center Vietnam. During period of fourteenth, May 2016 to twenty-sixth, May 2016, fifteen fishes were opened and checked the presence of myxosporean

under an Olympus SZ51 microscope (Olympus, Tokyo, Japan). When pseudocysts were found, they were removed to the new slide with a drop of physiological saline solution and cover glass and examined under an Olympus CH 40 microscope at magnification of 400X to confirm the presence of genus *Unicapsula* spores. With muscles were infected by myxosporean spore, they were divided into three different group for preservation in 100 % ethanol, 10 % formalin and fridge.

2.2. Morphological analysis

Fresh myxosporean spores were separated out from muscle and placed in slide as described in myxosporean collection method. Photographs were taken at magnification of 1000X under the Olympus CH 40 microscope connecting with the Canon digital camera 750D. It was processed by using Photoshop CS (Adobe, San Jose, CA) and illustrated with the Adobe Illustrator CS2 program. Thirtieth myxosporean spores were measured by the CorelDRAW X6[®] program following Alama-Bermejo method (Alama-Bermejo et al., 2009). All measurements were expressed in μm as mean \pm standard deviation.

2.3. Histology

The muscles in 10 % formalin solution were washed in tap water, dehydrated by ethanol with concentration of ethanol from 60 % to 100 %, cleared in xylene and embedded in paraffin. After that, sections with 5 μm thick were cut by the LEICA RM2125 RTS machine and mounted into slides for staining with Giemsa stain. Cover glasses were applied by using Canada balsam. Photographs of the sections were taken at 400X magnification by the Canon digital camera 750D.

2.4. DNA analysis

DNA was extracted from spores isolated from the fridge by using a QIAGEN Dneasy Kit (QIAGEN Inc., Valencia, California) according to the instructions of the manufacturer. 18S rDNA (SSU rDNA - Small subunit ribosomal DNA) was amplified by using pair PCR primer 18E 5'-CTGGTTGATCCTGCCAGT-3' (Hillis and Dixon 1991), Mbseq1R 5'-CAATCCTATCAATGTCTGGACCTG-3' (Burger et al., 2007); and Kud6F 5'-TCACTATCGGAATGAACG-3' (Whipps et al., 2003a), 18R 5'-CTACGGAAACCTTGTTACG-3' (Whipps et al., 2003b). PCR amplification was performed in a volume of 50 μl containing 25 μl of Thermo Scientific DreamTaq Green PCR Master Mix (1X), 1 μl for each primer (10 pmol), 1 μl DNA template and 22 μl of distilled water. Samples were denatured at 95 °C for 5 min, then 30 cycles of 95 °C for 30 s, 55 °C for 45 s, 72 °C for 1 min, followed by final extension at 72 °C for 5 min. The PCR product was electrophoresed on gel agarose 1 % for control result of PCR, and sequenced at Macrogen Company (Korean).

The samples' sequences in this study were compared with other sequences of *Unicapsula* and *Kudoa* species available on the Genbank using MEGA 6 program with initial fixed parameter value. Phylogenetic tree was drawn following neighbor – joining method.

3. Results and discussion

The histological analysis revealed the presence of pseudocysts of genus *Unicapsula* in muscle (fig. 2). The white pseudocysts were found within the skeletal muscles of 9/15 fishes (60%). It has an elliptical form, 0.2–0.5 in side (fig. 3, a). Each pseudocyst contains so many small spores of equal size. Myxosporean spores were identified from its morphology as belonging to the genus *Unicapsula* with three shell valves (Lom and Dikova, 2006) contains three unequal polar capsules. By the analysis on the small subunit ribosomal RNA gene (SSU rDNA) 18S and morphology, it was identified as *Unicapsula andersenae*. This species was discovered in Japanese meagre fish (*Argyrosomus japonicus*) in Queensland, Australia in 2013 (Miller & Adlard, 2013).

Description

Unicapsula andersenae Miller & Adlard, 2013

The subspherical spores have three shell valves are connected together by the suture lines with one shell valve containing the spherical polar capsule, the two other shell valves containing one smaller spherical polar capsule for each. The small polar capsule, they tend to be located close together and equal in size, while the larger tend to migrate to the upper pole of the spore (fig. 2). The spore measures 5.06 ± 0.17 (4.48–5.41) μm in length and 4.55 ± 0.4 (3.63–5.25) μm in width. The large polar capsule measures 1.84 ± 0.2 (1.36 - 2.27) μm in length and 1.69 ± 0.17

(1.32–2.08) μm in wide. Spore measurements from the different host/parasite combinations are shown in table. The length of pole capsule's filament was not showed in this study.

Histological examination showed that the *Unicapsula andersenae* spores develop into groups called the pseudocysts with thin walls around. They are distributed along the muscle fibers and enclosed by these muscle fibers. The inflammatory reaction was not observed in histology (fig. 3, b).

By sequencing, 1008 bp sequences of SSU rDNA region were obtained and compared with the sequence available on gen bank of species in genus *Unicapsula*. This sequence was compared with the some sequences of the other species in genus *Unicapsula*. The similarities with *Unicapsula andersenae* specie (KF184382.1) was more than 99 %, *U. fatimae* (KT894108.1) specie was 98 %, *U. seriolae* (KF184384.1) was 96 % and *U. pyramidata* specie (AB971676.1) specie was 92 %. The phylogenetic tree was built from sequences of some species in genus *Unicapsula* by the Neighbour - Joining method. The sequence of species *Kudoa monodactyli* (FJ792748) was used for making outgroup (fig. 4).

Taxonomic summary

Unicapsula andersenae Miller & Adlard, 2013

New host: Hairfinned leatherjacket *Paramonacanthus japonicus* (Tilesius, 1809)

New locality: Quang Binh province, Vietnam

Site infection: Muscle

Prevalence: 9/15 (60 %)

Myxosporeans have a simple structure and a small size (Matsukane et al., 2010). The using traditional spore's morphological methods are very difficult for identification species in the same genus. Therefore, the molecular method had been commonly used for myxosporean taxonomy (Burger and Adlard, 2010). Some studies showed that the difference between species is nearly 1 % (19–21). However, the identification of myxosporean is not only use on method genetic or morphological or other biological data (for example, tissue tropism, geographical locality and host specificity), it is a combination of the above methods (Burger and Adlard, 2010). The prevalence of *Unicapsula andersenae* was reported in the present study is similar to that discovered on *Argyrosomus japonicus*, *Acanthopagrus australis*, *Eleutheronema tetradactylum*, *Lutjanus russellii*, *Sillago ciliata* in Australia by Miller and Adlard in 2013. This is the first report of the occurrence of *Unicapsula andersenae* infection this species *Paramonacanthus japonicus*.

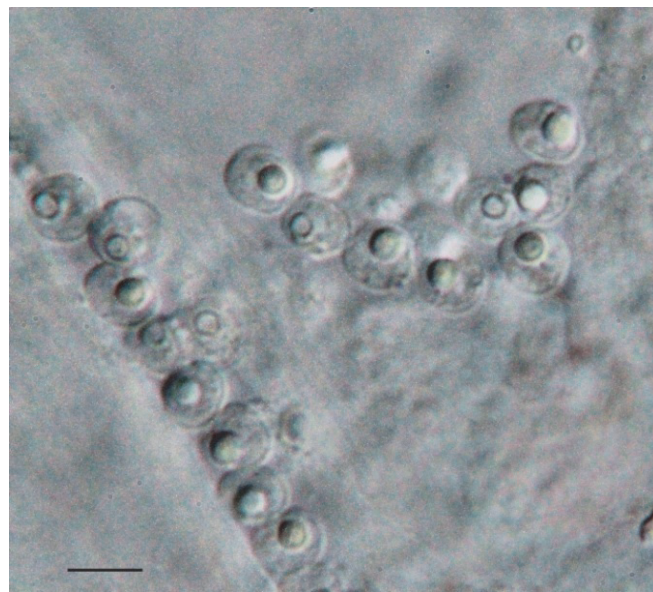


Fig. 1. Photograph of fresh spores of *Unicapsula andersenae* from *Paramonacanthus japonicus*.
Scale bar = 5 μm

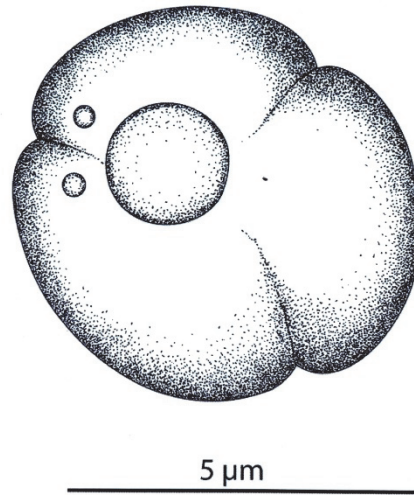


Fig. 2. Stylized illustration of *Unicapsula andersenae*

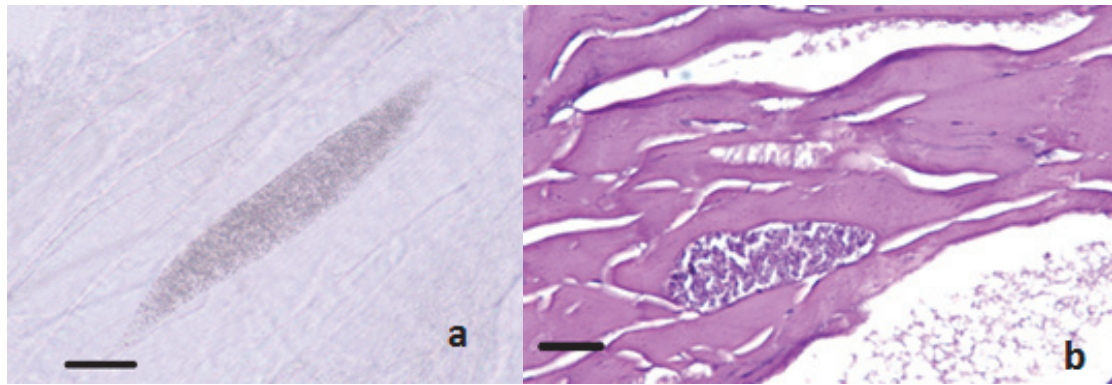


Fig. 3. Microscopic views of fresh pseudocyst of *Unicapsula andersenae* (a) and pseudocyst within somatic muscle stain by Giemsa solution (b). Scale bar = 100μm

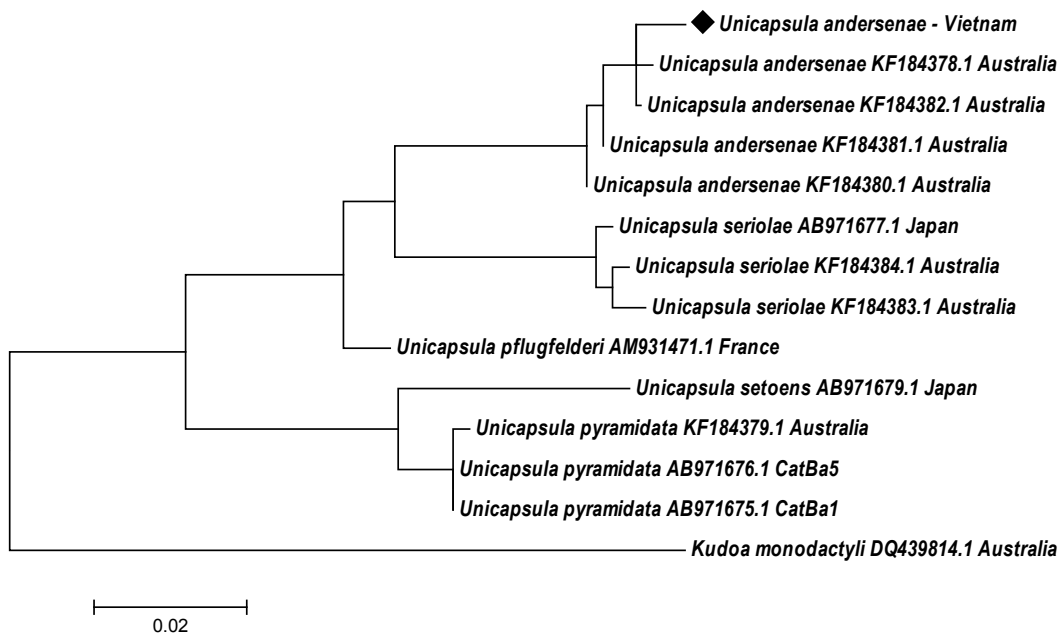


Fig. 4. ML phylogenetic tree based on the 18S rDNA

Morphological characteristics of *Unicapsula* spp. with posteriolateral spore valve projections. All measurements are in μm

Morphological characteristics of <i>Unicapsula</i> spp. with posteriolateral spore valve projections. All measurements are in μm Species	<i>Unicapsula andersenae</i> Miller and Adlard, 2013	<i>Unicapsula andersenae</i> Miller and Adlard, 2013	<i>Unicapsula andersenae</i> Miller and Adlard, 2013	<i>Unicapsula andersenae</i> Miller and Adlard, 2013	<i>Unicapsula andersenae</i> Miller and Adlard, 2013	<i>Unicapsula andersenae</i> Miller and Adlard, 2013	<i>Unicapsula maxima</i> Sarkar, 1999	<i>Unicapsula pacifica</i> Aseeva and Krasin, 2001
Host	<i>Argyrosomus japonicus</i> (Sciaenidae)	<i>Acanthopagrus australis</i> (Sparidae)	<i>Eleutheronema tetradactylum</i> (Polynemidae)	<i>Luijanus russellii</i> (Lutjanidae)	<i>Sillago ciliata</i> (Sillaginidae)	<i>Paramonacanthus japonicus</i> Monacanthidae	<i>Nibeia coibor</i> (Sciaenidae)	<i>Albatrossia pectoralis</i> (Macrouridae)
Locality	Coolum, Queensland, Australia	Moreton Bay, Queensland, Australia	Moreton Bay, Queensland, Australia	Lizard Island, Queensland, Australia	Moreton Bay, Queensland, Australia	Quang Binh, Vietnam	Indian Ocean off West Bengal, India	Okhotsk Sea, Pacific Ocean
Tissue of infection	Muscle	Muscle	Muscle	Muscle	Muscle	Muscle	Kidney parenchyma	Muscle
Reference	Miller and Adlard (2013)	Miller and Adlard (2013)	Miller and Adlard (2013)	Miller and Adlard (2013)	Miller and Adlard (2013)	This study	Sarkar (1999)	Aseeva and Krasin (2001)
Prevalence	1 of 1 (100 %)	1 of 64 (1.6 %)	1 of 5 (20 %)	1 of 18 (5.6 %)	3 of 61 (4.9 %)	9 of 15 (60 %)	3 of 22 (13.6 %)	4.5 %
Pseudocysts (length \times width) in mm	0.146 \times 0.088	0.026 \times 0.066	-	0.081 \times 0.204	-	0.2 \times 0.5	-	-
Spore (length \times width or diameter)	5.8	5.8	5.5	5.4	5.7	5.06 \pm 0.17 (4.48–5.41) \times 4.55 \pm 0.4 (3.63–5.25)	10–14 \times 9–11	7.3–8.6
Polar capsula	2.3	2.4	2.1	2.1	2.1	1.84 \pm 0.2 (1.36–2.27) \times 1.69 \pm 0.17 (1.32–2.08)	3.2–4.5	4

Acknowledgements: This study was supported by the Vietnam National Scientific Basic Programme for Biodiversity (DA47), under Project VAST.DA47.12/16-19

References

1. Alama-Bermejo G., Cuadrado M., Raga J.A., Holzer A.S., 2009. Morphological and molecular redescription of the myxozoan *Unicapsula pflugfelderi* Schubert, Sprague & Reinboth 1975 from two teleost hosts in the Mediterranean. A review of the genus *Unicapsula* Davis 1924. *J Fish Dis.*; 32:335–350.
2. Burger M.A.A., Cribb T.H., Adlard R.D., 2007. Patterns of relatedness in the Kudoidae with descriptions of *Kudoa chaetodoni* n. sp. and *K. lethrini* n. sp. (Myxosporea: Multivalvulida). *Parasitology* 134:669–681.
3. Burger M.A., Adlard R.D., 2010. Phenotypic variation in a significant spore character in *Kudoa* (Myxosporea: Multivalvulida) species infecting brain tissue. *Parasitology*; 137(12):1759–72.
4. Diebakate C., Fall M., Faye N., Toguebaye B.S., 1999. *Unicapsula marquesi* n. sp. (Myxosporea, Multivalvulida) a gill parasite of *Polydactylus quadrifilis* (Cuvier, 1829) (Pisces, Polynemidae) from Senegalese coast (West Africa). *Parasite* 6:231–235
5. Hillis D.M., Dixon M.T., 1991. Ribosomal DNA: molecular evolution and phylogenetic inference. *Q Rev Biol* 66:411–453
6. Lom J., Dykova I., 2006. Myxozoan genera: definition and notes on taxonomy, life-cycle terminology and pathogenic species. *Folia Parasitol* 53:1–36
7. Matsukane Y., Sato H., Tanaka S., Kamata Y., Sugita-Konishi Y., 2010. *Kudoa septempunctata* n. sp. (Myxosporea: Multivalvulida) from an aquacultured olive flounder (*Paralichthys olivaceus*) imported from Korea. *Parasitol Res*; 107(4):865–72.
8. Miller T.L., Adlard R.D., 2013. *Unicapsula* species (Myxosporea: Trilosporidae) of Australian marine fishes, including the description of *Unicapsula andersenae* n. sp. in five teleost families off Queensland, Australia. *Parasitol Res.*; 112:2945–2957.
9. Naidjenova N.N., Zaika V.E., 1970. Three new genera of myxosporean parasites of fish from the Indian Ocean. *Zool Zh* 49:451–454 (in Russian with English summary).
10. Sarkar N.K., 1999. Some new Myxosporidia (Myxozoa: Myxosporea) of the genera *Myxobolus* Butschli, 1882 *Unicapsula* Davis, 1942 *Kudoa* Meglitsch, 1947 *Ortholinea* Shulman, 1962 and *Neoparvicapsula* Gaevskaya, Kovaleva and Shulman, 1982. *Proc Zool Soc (Calcutta)* 52:38–48.
11. Sarah H.A.J., Mark A.F., Volodymyr K.M., Abdulrahman A.N., Harry W.P., 2016. Morphological, ultrastructural, and molecular description of *Unicapsula fatimae* n. sp. (Myxosporea: Trilosporidae) of whitespotted rabbitfish (*Siganus canaliculatus*) in Omani waters. *Parasitol Res*; 115: 1173–1184.
12. Tomochi H., Li Y.C., Tran B.T., Yanagida T., Sato H., 2014. Three *Unicapsula* species (Myxosporea: Trilosporidae) of Asian marine fishes, including the description of *Unicapsula setoensis* n.sp. in the yellowfin goby (*Acanthogobius flavimanus*) from the Inland Sea of Japan. *Parasitol Res* 113:3807–3816.
13. Whipps C.M., Adlard R.D., Bryant M.S., Kent M.L., 2003a. Two unusual myxozoans, *Kudoa quadricornis* n. sp. (Multivalvulida) from the muscle of goldspotted trevally (*Carangoides fulvoguttatus*) and *Kudoa permulticapsula* n. sp. (Multivalvulida) from the muscle of spanish mackerel (*Scomberomorus commerson*) from the Great Barrier Reef, Australia. *J Parasitol* 89:168–173.
14. Whipps C.M., Adlard R.D., Bryant M.S., Lester R.J.G., Findlay V., Kent M.L., 2003b. First report of three *Kudoa* species from Eastern Australia: *Kudoa thyrsites* from Mahi mahi (*Coryphaena hippurus*), *Kudoa amamiensis* and *Kudoa minithyrsites* n. sp. from Sweeper (*Pempheris ypsilychnus*). *J Eukaryot Microbiol* 50:215–219.

Нгуен Нгок Чинх¹, Ха Нгуен Ван¹, Дук Нгуен Хуу², Нго Ха Дуй¹

¹ Институт экологии и биологических ресурсов (ИЭБР), Вьетнамская академия наук и технологий (ВАНТ)

² Факультет биотехнологий, Вьетнамский национальный университет сельского хозяйства (ВНУСХ)

ПЕРВЫЙ ДОКЛАД О ВИДОВОМ РАЗНООБРАЗИИ *UNICAPSULA ANDERSENÆ* (МИЛЛЕР И АДЛАРД, 2013) (КЛАСС МУХОЗОА: MULTIVALVULIDA) В МЫШЕЧНОЙ ТКАНИ ЯПОНСКОГО ЕДИНОРОГА *PARAMONACANTHUS JAPONICUS* (TILESIUS, 1809) ВО ВЬЕТНАМСКОЙ ПРОВИНЦИИ КУАНГБИНЬ

В настоящем исследовании были изучены 15 японских единорогов *Paramonacanthus japonicus* из провинции Куангбинь на предмет сбора паразитов класса Мухозоа. Морфологическим методом споры *Unicapsula andersenae* были найдены в мышечной ткани 9 из 15 рыб. Гистопатологические наблюдения проводились в белых псевдокистах с тонким мембранным окружением. Для измерения псевдокист и определения их размеров $0,3 \times 0,8$ мм было использовано более 75 псевдокист. Было замечено, что они находятся в промежутках между скелетными мышцами. Размеры спор *Unicapsula andersenae* составили 5.06 ± 0.17 ($4.48-5.41$) мкм в длину и 4.55 ± 0.4 ($3.63-5.25$) мкм в ширину. Каждая спора обладала 3 оболочками одинакового размера и содержала 3 субсферические полярные капсулы: 2 небольшие и 1 большую размером 1.84 ± 0.2 ($1.36-2.27$) мкм в длину и 1.69 ± 0.17 ($1.32-2.08$) мкм в ширину. Молекулярный анализ маленькой рибосомной РНК (SSU rDNA) подтвердил, что это был вид *Unicapsula andersenae*. Этот же факт был обнаружен Миллером и Адлардом в 2013 г. в г. Квинсленд, Австралия. Проведенное исследование стало первым сообщением о *Unicapsula andersenae* во Вьетнаме, а японский единорог – новым носителем этого биологического вида.

Ключевые слова: Мухозоа, *Unicapsula andersenae*, японский единорог (*Paramonacanthus japonicus*), провинция Куангбинь.

Сведения об авторе: Нгуен Нгок Чинх, e-mail: chinhnn89@gmail.com.

УДК 591.69-7

Nguyen Dinh Tu¹, Nguyen Thi Xuan Phuong¹, Pham Thi Man¹, Trinh Hoang Bich Diep²,
Nguyen Thi Linh Trang² and Nguyen Vu Thanh¹

¹ Institute of Ecology and Biological Resources (IEBR)
Vietnam Academy of Science and Technology (VAST)

² Hanoi University of Natural Resources and Environment (HUNRE).

**NEMATODE COMMUNITY FOR DIFFERENT ZONES
IN CANGIO BIOSPHERE RESERVE, VIETNAM**

The free-living marine nematodes from Can Gio mangrove were investigated in September, 2016. Three zones (Aquaculture, Core and Industrial) were established and four replicates in each zone were randomly taken for nematode assemblages. The nematode densities varied between 268 ind./10cm² and 1081 ind./10cm² illustrating the strong variability. In total 65 nematode species were recorded in Can Gio mangrove belonging to 12 families of 5 orders, in which Linhomoeidae, Chromadoridae and Monhysteridae were the most abundant families. *Desmodora vietnamica*, *Dichromadora affinis*, *Metachromadora orientalis* and *Terschellingia longicaudata* were the most abundant species. Based on Multi-Dimensional Scaling (MDS) analysis, at 58%

level, three zones were separated from each other and at 40 % level, all the samples of zone Aquaculture was clearly separated from all other zones. ANOSIM analysis showed the significant difference between zones ($R = 0.95$, $p = 0.01$). The multivariate analysis also reflected a pattern of species turnover between zones when we look at the relative abundance of the more common species. It can be noticed in our study that the small change in environment food source in Can Gio can make a significant change in the nematode community by regulating their microhabitat.

Key words: nematode, community structure, zones.

I. INTRODUCTION

Mangroves are amongst the most important and productive ecosystems and are found along coastal areas and offshore islands. They are assumed to provide food and nursery grounds for many commercially important aquatic and terrestrial animals. In addition, mangrove ecosystems stabilize coastlines by promoting coastal accretion, and providing a natural barrier against storms, cyclones and other potentially damaging natural forces. Mangroves have also been traditionally exploited for building materials, herbal medicines and many other forest products. In 2000, Can Gio was designated as the first Man and Biosphere Reserve of Vietnam, with a total area of 75,740 ha. The major habitat types found at Can Gio are plantation mangrove, of which there is about 20,000 ha, and naturally regenerating mangrove, of which there is about 7,000 ha (ADB, 1999). It represents the largest rehabilitated mangrove area in Vietnam (Aksornkoae, 1993). In Vietnam there are some studies concerning meiobenthos including nematodes in the mangroves. These initial studies were only concentrated on identification of free-living nematodes without taking into consideration of meiobenthic community structure as well as forest structure (rehabilitated vs natural forest) and its age (Nguyen Vu Thanh & Doan Canh, 2000; Gagarin & Nguyen Van Thanh, 2004; Nguyen Vu Thanh & Gagarin, 2004; Nguyen Thi Thu et al., 2004; Nguyen Vu Thanh et al., 2005, Lai Phu Hoang et al., 2005 and Gagarin & Nguyen Vu Thanh, 2006).

II. MATERIALS AND METHODS

Study area and location

The study was carried out in Can Gio Mangrove Biosphere Reserve, located about 65 km in the south of Ho Chi Minh City with latitude: $10^{\circ}22'14''$ – $10^{\circ}40'09''$ and longitude: $106^{\circ}46'12''$ – $107^{\circ}00'59''$. The area is delimited by the following waterways: Soai Rap river, Vam Sat river, Rach Don channel, An Nghia canal, Long Tau river, Tac Roi canal, Dong Tranh river, Cai Mep river and the South China sea. From north to south the area is 28 km long, and 30 km wide from east to west (Le Duc Tuan et al., 2002).

The codes and coordinates of sampling zones in Can Gio mangrove

No	Zone	Zone code	Replicates code	Coordinates
1	Aquaculture	A	A1	$10^{\circ}29'39''$E $106^{\circ}51'41''$N
			A2	
			A3	
			A4	
22	Core	C	C1	$10^{\circ}30'17''$E $106^{\circ}55'44''$N
			C2	
			C3	
			C4	
3	Industrial	I	I1	$10^{\circ}31'53''$E $106^{\circ}59'36''$N
			I2	
			I3	
			I4	

Sampling and data collection

Sampling times and sites/stations

In rainy seasons 2016, nematodes community was investigated at three locations: Aquaculture zone (A), Core zone (C) and Industrial zone (I). Each location, we were take four samples for nematodes and one for sediment grain size (fig. 1).

Samples were taken by a hand corer of 3 cm length and inner diameter of 10 cm² ($\varnothing = 3.5$ cm). These were preserved in 5 % neutralized formalin heated up to the point of 60–70 °C. The sediment water was measured such as salinity (NaCl) by refractometer.

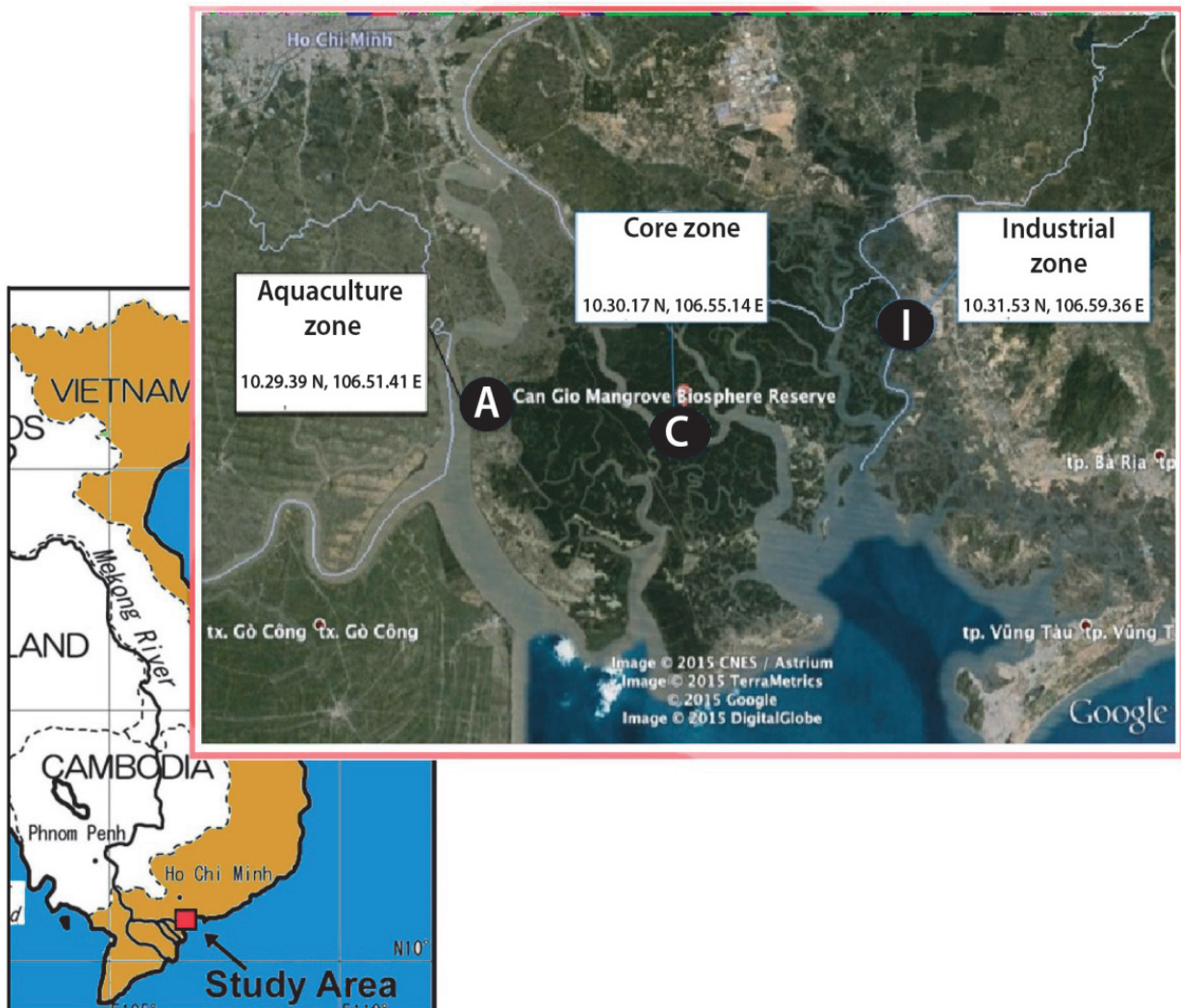


Fig. 1. The map of sampling stations in Can Gio mangrove

Nematode extraction

Nematodes were extracted by decantation and Ludox extraction. The decantation technique is based on the different density between nematodes and sediment. After decantation, the sample consisting a small material was washed into a beaker with LUDOX TM50 solution ($d = 1.18$) and left to settle for at least 40 minutes and this process was repeated 3 times (Heip et al., 1985). The extracted nematode was washed carefully with tap water, kept in FAA (Formalin Acid Acetic) solution in a suitable container and counted.

Preparation of slides

To subsample nematodes in samples, about 200 nematodes (or all if lower numbers occurred) were picked out randomly and transferred gradually to glycerine following the method of De Grisse (1969). The nematodes were arranged into a small drop of glycerine surrounding by a bee wax ring on a slide and covered with a cover glass.

Nematode taxonomic classification was classified according to Lorenzen (1994) and De Ley and Blaxter (2004). Nematodes were identified up to family, genus and species level following pictorial keys (Warwick et al., 1998), related articles and Nemys Database.

Data analysis

The nematode data was imported into Microsoft Excel and processed to calculate the densities and number of taxa; and to identify the dominant taxa. The biodiversity indices (the Margalef diversity (d), the Shannon-Wiener diversity (log2), and the Pielou's evenness index (J')) were calculated to obtain a quantitative estimate of the biological variability of nematode communities in seagrass meadows. The Bray-Curtis similarity matrix with square root data was also used for multivariate techniques such as Non-metric Multi-Dimensional Scaling analysis (MDS) and hierarchical Cluster analysis to visualise the results. One way ANalysis Of SIMilarity (ANOSIM) (Clarke, 1993) was performed to investigate the similarity/dissimilarity between group of samples. Those analyses were done by the software PRIMER 6 (Clarke & Gorley, 2006).

III. RESULTS AND DISCUSSION

III. 1. Abiotic factors

Salinity increasing from 18.5 ‰ (Aquaculture zone) to 20 ‰ (Core zone) and up to 30 ‰ (Industrial zone). The salinity in Aquaculture zone was lower than other zones because this zone far from sea received water source from river and culture pond. In contract, the Industrial zone near the sea.

The percentage of sediment grain size in three zones was expressed in fig. 2. Almost zones were consisting of more than 40 % of silt in aquaculture and industrial zones and more than 60 % of silt in core zone.

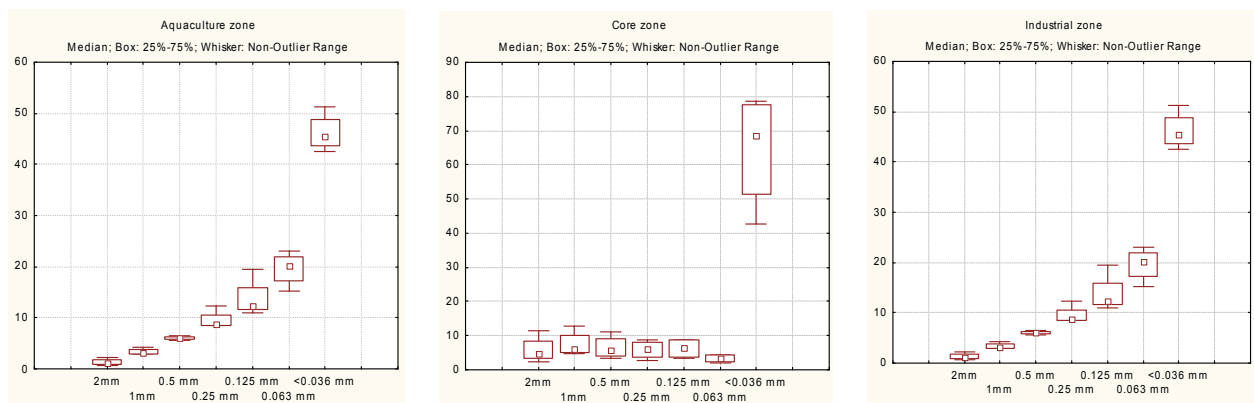


Fig. 2. The averaged of percentage of sediment size classes in 3 zones

III. 2. Changes in meiobenthic abundance

III. 2. 1. Nematode densities

The nematode densities from 3 areas were shown in fig. 3. The nematode densities per sample varied between 268 ind./10cm² in Core replicate 3 to 1601 ind./10cm² in Aquaculture replicate 3. The highest averaged nematode density per area was found in station Aquaculture zone with 1440 ind./10cm² while the lowest density was found in Core zone with 349 ind./10cm². In total 65 nematode species were recorded in Can Gio mangrove belonging to 12 families of 5 orders, in which Linhomoeidae, Chromadoridae and Monhysteridae were the most abundant families. *Desmodora vietnamica*, *Dichromadora affinis*, *Metachromadora orientalis* and *Terschellinia longicaudata* were the most abundant species. The investigation of nematode community composition from mangrove sediments at genus or species level is limited in to a few studies worldwide (Quang, 2007; Hoang, 2007; Chinnadurai & Fernamdo, 2007). The highest number of nematode species were recorded in Rach Oc with 205 putative species belonging to 90 genera (Hoang, 2007) and 80 genera in the Khe Nhan mudflat, Can Gio mangrove, Vietnam. From our results, these values were lower compared to the results from Quang (2007) and Hoang (2007) because they studied nematode communities from low to high tidal levels covering more different habitats than in our study where samples.

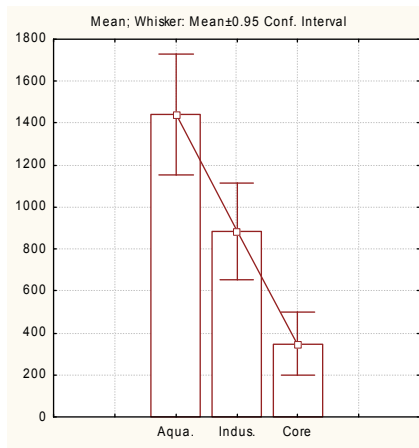


Fig. 3. Averaged nematode densities (mean +/- SD ind./10cm²) from 3 areas in Can Gio mangrove

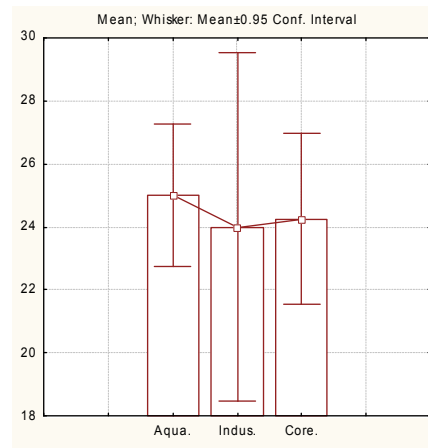


Fig. 4. Averaged nematode species (mean +/- SD ind./10cm²) from 3 areas in Can Gio mangrove

III. 2. 2. Biodiversity of nematode communities

The diversity indices (fig. 5) were calculated including number of species (S), the Margalef index (d), the Shannon-Wiener (H') index and the evenness index (J'). The Shannon-Wiener index varied between 2.8 (I1 and C4) and 3.1 (A1, A3, I2, I4, C1 and C2). The Margalef index ranged from 3.8 (I1) to 5.3 (I3). The evenness of nematode community was represented by Pielou's evenness index which was highest in A1, I1 and C2 (1.0) and lowest in A2 and C2 (0.9). There were significant differences of the species richness and the Margalef index between stations. However, despite the difference of seagrass species between stations, there was no significant difference of both the Shannon-Wiener index and the Pielou's evenness index between them. The biodiversity of nematodes in the mangrove mudflat is hardly investigated from Vietnam areas. According to a study of Olga, *et al.* (2008), on nematodes in the Cua Luc estuary (Halong bay), the Shannon-Wiener index was 3.16–4.34 and the Pielou's evenness index 1.62–2.01. In different mangrove types in Can Gio at Rach Oc, Khe Nhan and Nang Hai creeks (Hoang, 2007) it was shown that diversity indices were generally high. Shannon-Wiener diversity indexes (H') ranged from 1.9 to 3.7. H' differed for different mangrove forests: Mudflat site (2.0–3.1), *Avicennia* forest (3.1–3.6), mixed forest (2.8–3.7), *Rhizophora* forest (1.9–3.6). Evenness J' was ranging from 0.6–0.9, in their mudflat site 0.6–0.8, *Avicennia* forest 0.8–0.9, mixed forest 0.8–0.9, *Rhizophora* forest 0.6–0.9. Diversity was higher in *Avicennia* and mixed forest than in nude mudflats and the *Rhizophora* forest. However, our study showed more or less values than all previous studies and diversity indices (d, H' and J') did not differ between zones, this can be explained by the same salinity value and average percentage of grain size.

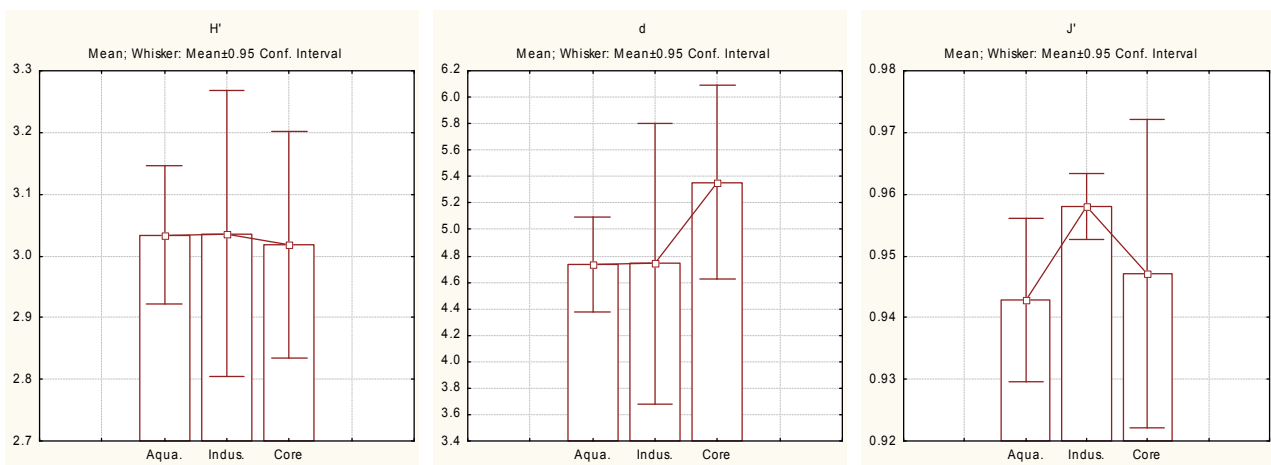


Fig. 5. The average and standard deviation for the diversity indices (Shannon-Wiener (H'), Margalef index (d), index and the evenness index (J'))

III. 2. 3. *Spatial distribution of nematode communities*
Cluster analysis and Multi-dimensional scaling (MDS)

The Cluster analysis (Figure 6) which identified groups based on significant differences showed that all zones separated significantly. It is indicated that Industrial and core zones were clustered while Aquacultures zone separated from other stations. The 2D-MDS graphs depicted in Figure 7 displayed the (dis) similarities between samples of different stations. At 58 % level, three zones were separated from each other and at 40 % level, all the samples of zone Aquaculture was clearly separated from all other zones. ANOSIM analysis showed the significant difference between zones ($R = 0.95$, $p = 0.01$).

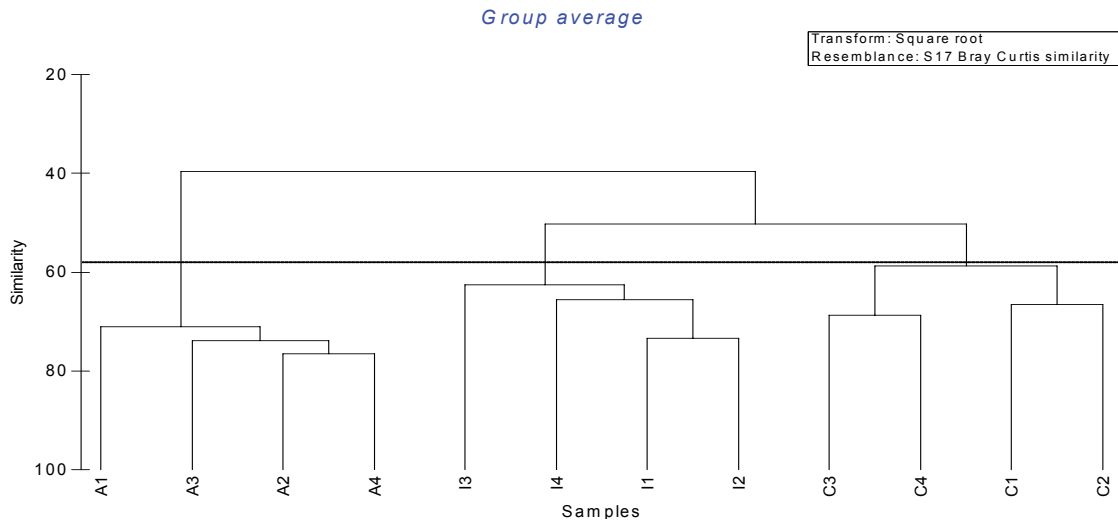


Fig. 6. The Cluster analysis of nematode community

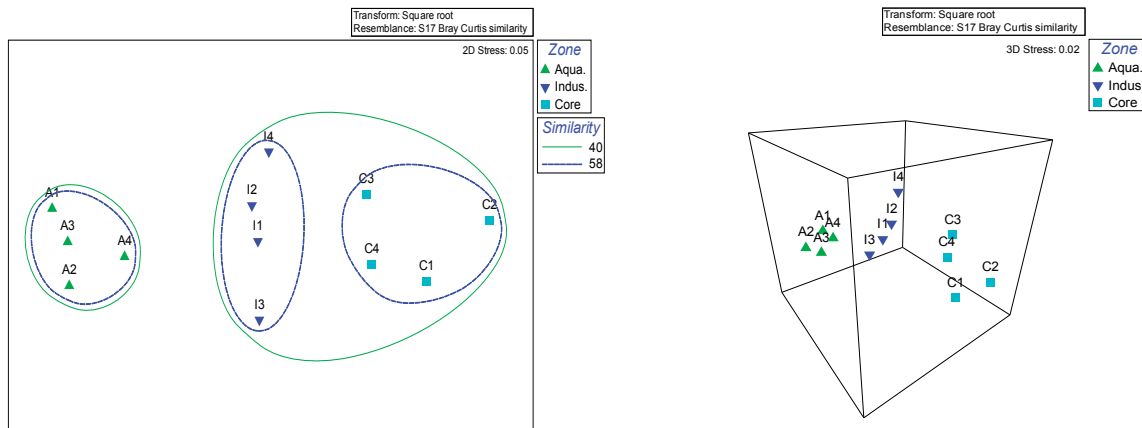


Fig. 7. The 2D and 3D - MDS plot for the nematode community patterns overlying clusters at two similarity levels

The species distribution

The MDS analysis in combination with bubble plots of the most abundant species in every zone and in all zones (fig. 8–11) demonstrated that not all the species occupied all the zones area. The species *Anoplostoma* new species and *Terschellingia communis* were present in all replicates at Industrial zone. In contrast, some other species were only present with high abundances in aquaculture zone, for instance *Assymellaimus halongensis* and *Paracomosoma paralongispiculum*, while *Laimella annae* and *Leptolaimoides* new species were only recorded in core zone. However, four species such as *Desmodora vietnamica*, *Dichromadora affinis*, *Metachromadora orientalis* and *Terschellingia longicaudata* found in all zones.

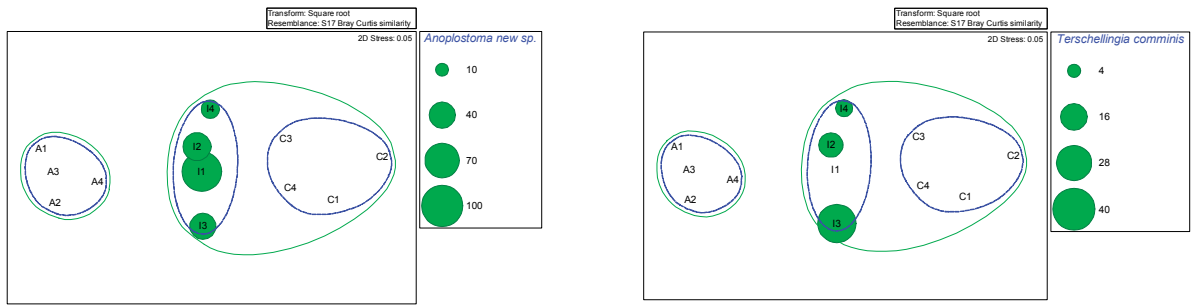


Fig. 8. Bubble plots for the most abundant species in Industrial zone plotted on the MDS

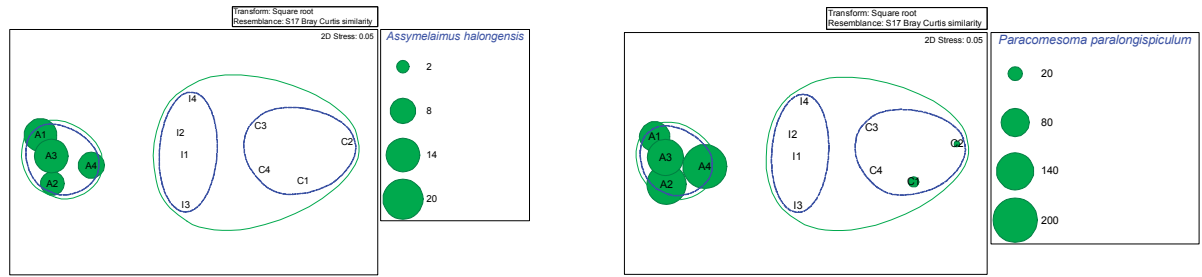


Fig. 9. Bubble plots for the most abundant species in Aquaculture zone plotted on the MDS

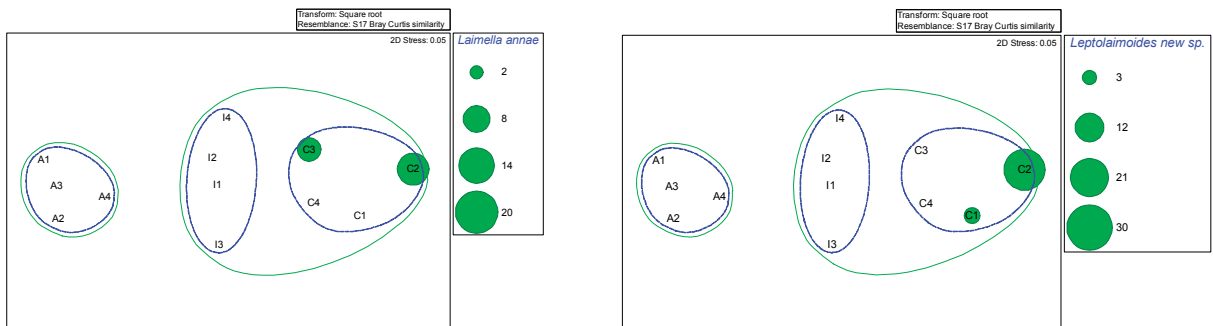


Fig. 10. Bubble plots for the most abundant species in Core zone plotted on the MDS

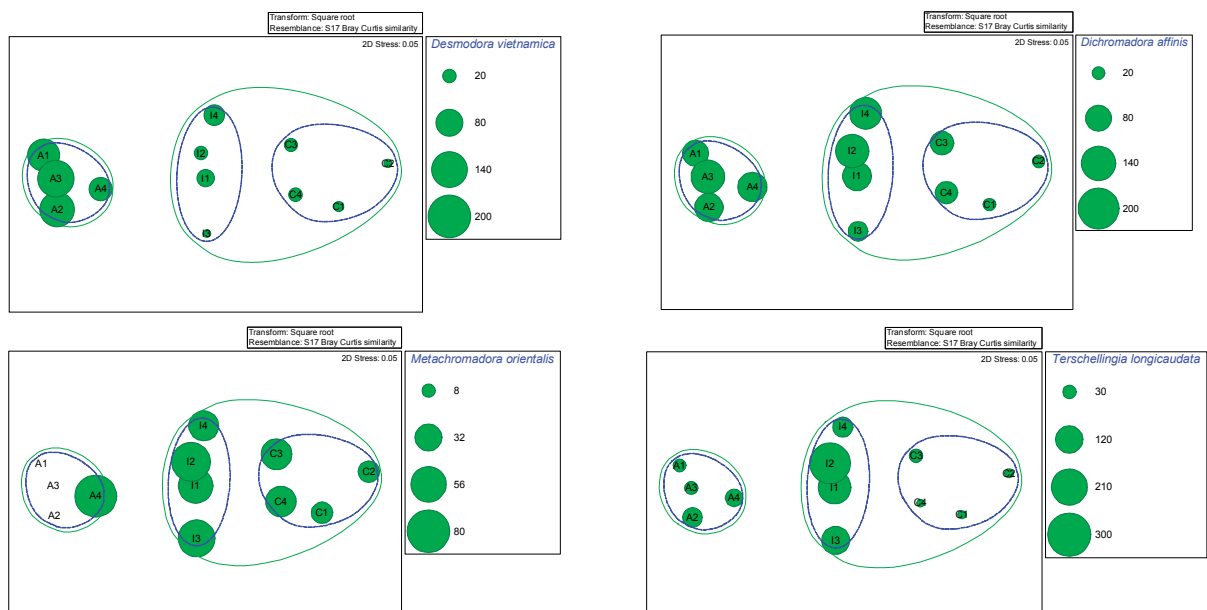


Fig. 11. Bubble plots for the most abundant species in all zone plotted on the MDS

Acknowledgements. This research is funded by Vietnam National Foundation for Science and Technology Development (NAFOSTED) under grant number FW0.106-NN.2015.04.

REFERENCES

1. Andrásy, I. (1976). *Evolution as a basis for the systematization of nematodes*. London, Pitman Publishing, 288 p.
2. Chinnadurai, G., Fernando, O.J. (2007b). Meiofauna of mangroves of the southeast coast of India with special reference to the free-living marine nematode assemblage. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 72: 329–336.
3. De Grisse, A.T. (1969). *Redescription ou modification de quelques techniques utilisées dans l'étude des nematodes phytoparasitaires*. Mededelingen Rijksfakulteit Landbouwwetenschappen Gent 34: 351–369.
4. De Ley, P. and Blaxter, M. (2004). *A new system for Nematoda: combining morphological characters with molecular trees, and translating clades into ranks and taxa*. Nematology Monographs and Perspectives 2: 633–653.
5. Giere, O. (2009). *Meiobenthology. The Microscopic Motile Fauna of Aquatic Sediments*. Heidelberg, Springer Verlag, 527 p.
6. Heip, C., Vincx, M. & Vranken, G. (1985). The ecology of marine nematodes. *Oceanogr Mar Biol: an annual review*. 23: 399–490.
7. Heip, C., Vincx, M. and Vranken, G. (1985). *The ecology of marine nematodes*. *Oceanography and Marine Biology: An Annual Review* 23: 399–489.
8. Lai Phu Hoang (2007). *Meiobenthos with special reference to free-living marine nematodes as bioindicators for different mangrove types in Cangio Biosphere Reserve, Vietnam*. PhD thesis, 114 p.
9. Lai Phu Hoang, Blome, D., Nguyen Vu Thanh & Saint-Paul, U. (2009). Five New Species of the Genus *Leptolaimoides* Vitiello, 1971 (Nematoda: Leptolaimidae) from Can Gio Mangrove Biosphere Reserve, Vietnam. *Russian Journal of Nematology*, 17 (1): 17–30.
10. LORENZEN, S. (1994). *The phylogenetic systematics of free-living Nematodes*. London, The Ray Society, 383 p.
11. Mokievsky, V.O., Tchesunov A.V., Udalov A.A. & Nguyen D.T. (2011). Quantitative distribution of Meiobenthos and the structure of the Free-living nematode community of the mangrove intertidal zone in Nha Trang Bay (Vietnam) in the South China Sea, *Russ. J. Mar. Biol.* 37: 272–283.
12. Ngo, X.Q., Smol, N. and Vanreusel, A. (2013). The meiofauna distribution in correlation with environmental characteristics in 5 Mekong estuaries, Vietnam, *Cah Biol Mar.* 54: 71–83.
13. Nguyen Hoang Tri, Phan Nguyen Hong and Le Trong Cuc (2000). *Cangio Mangrove Biosphere Reserve Ho Chi Minh City. Report of the UNESCO - MAB Regional Workshop on 'Establishment of Mangrove Biosphere Reserve in Cangio, Southern Vietnam and Biosphere Reserve Network Initiative for Southeast Asia'* held in Ho Chi Minh City, Vietnam, 43 p.
14. Nguyen Vu Thanh and Doan Canh (2000). *Free-living nematodes at the brackish water estuary of the Thi Vai river, Dong Nai province*. *Journal of Biology*, 22(1): 6–9.
15. Nguyen Vu Thanh, Gagarrin. (2013). *Three New Species of Nematodes (Nematoda: Enoplida) from Coastal Waters of Vietnam*. *Russian Journal of Marine biology*, 39(6): 420–428.
16. Nguyen, D.T., Smol, N., Vanreusel, A. and Nguyen, V.T. (2011). Six new species of the genus *Onyx* Cobb, 1891 (Nematoda: Desmodoridae) from coastal areas in Vietnam, *Russ J Nematol.* 19: 1–20.
17. Nguyen, V. T. (2007). *Free living Nematodes of Vietnam – Fauna of Vietnam*, Science and Technology Publish, 458 p.
18. Warwick, R.M., Platt, H.M. and Somerfield, P.J. (1998). *Free living marine nematodes*. Part III. Monhysterids. The Linnean Society of London and the Estuarine and Coastal Sciences Association, London, 296 p.

Нгуен Динь Ту¹, Нгуен Тхи Суан Фуонг¹, Фам Тхи Ман¹, Trinh Hoang Bich Diep²,
Nguyen Thi Linh Trang² and Нгуен Ву Тхань¹

¹ Институт экологии и биологических ресурсов (ИЭБР)
Вьетнамская академия наук и технологий (ВАНТ)

² Ханойский университет природных ресурсов и окружающей среды

СООБЩЕСТВО НЕМАТОД В РАЗЛИЧНЫХ ЗОНАХ БИОСФЕРНОГО ЗАПОВЕДНИКА КАН ЗЬО, ВЬЕТНАМ

Свободно живущие морские нематоды из мангровых лесов Кан Зьо были изучены в сентябре 2016 г. Были организованы три зоны (аквакультура, центральная зона и индустриальная), четыре образца в каждой зоне были взяты для объединения в сообщества нематод. Плотность размещения нематод варьировалась между 268 особями на 10 см² и 1081 особью на 10 см², демонстрируя сильную вариативность. Всего 65 видов нематод были зарегистрированы в мангровом заповеднике Кан Зьо, они относились к 12 семействам 5 отрядов, из которых Linhomoeidae, Chromadoridae и Monhysteridae были наиболее распространёнными. *Desmodora vietnamica*, *Dichromadora affinis*, *Metachromadora orientalis* и *Terschellingia longicaudata* были наиболее распространёнными видами. По данным многомерного шкалирования (MDS), при уровне 58 % три зоны были отделены друг от друга, а при уровне 40 % все образцы аквакультуры были отчетливо отделены от всех остальных зон. Анализ ANOSIM (анализ общности) показал значительное различие между зонами ($R = 0.95$, $p = 0.01$). Мультивариативный анализ также отразил перемещение видов между зонами, когда мы рассматриваем относительную распространённость наиболее распространённых видов. В нашем исследовании можно отметить, что небольшое изменение пищевых ресурсов окружающей среды в заповеднике Кан Зьо может повлечь значительное изменение в сообществе нематод посредством регулирования их микроестообитания.

Ключевые слова: нематоды, структура сообщества, зоны.

Сведения об авторе: Нгуен Динь Ту, e-mail: ngdtu@yahoo.com.

UDK 57.044:577.3:639.3:612.062

Halyna Tkachenko¹, Joanna Grudniewska²

¹Department of Zoology and Animal Physiology, Institute of Biology and Environmental Protection, Pomeranian University, Slupsk, Poland

²Department of Salmonid Research, Stanislaw Sakowicz Inland Fisheries Institute, Rutki, 83-330 Żukowo, Poland

ANTIOXIDANT DEFENSE IN THE BRAIN TISSUE OF RAINBOW TROUT (*ONCORHYNCHUS MYKISS* WALBAUM) IMMUNIZED BY ANTI-AEROMONAS VACCINE

The aim of the present study was to evaluate the effects of vaccination against *Aeromonas* spp. on antioxidant defenses biomarkers in the brain tissue of rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. The antioxidant enzyme activities [superoxide dismutase (SOD), catalase (CAT), glutathione reductase (GR), glutathione peroxidase (GPx)] as well as total antioxidant capacity (TAC) in the brain tissue of rainbow trout were assayed. Our study demonstrated that vaccinated trout showed alteration in antioxidant defenses, with higher severity in glutathione-dependent enzymes. However, brain tissue is capable of restoring its pro- and antioxidant balance after vaccination against furunculosis.

Key words: brain, rainbow trout *Oncorhynchus mykiss*, vaccination, biomarkers, antioxidant defenses.

Introduction

Salmonids are an important species for pond aquaculture and extensive open water fisheries in several European countries. Rapid growth and disease resistance are the most important concerns in the present aquaculture industry [1]. Salmonids are vulnerable to furunculosis, a disease caused by the Gram-negative bacterium *Aeromonas salmonicida* and *Aeromonas hydrophila* [2, 3]. Infections with *A. salmonicida* and *A. hydrophila* are probably the most important disease problems in European aquaculture as they are widespread and cause disease both in fresh water and sea water [4]. The term furunculosis is derived from the characteristic furuncles in muscles, which are common during a chronic course of the disease. Otherwise, the dominant pathological findings are a swollen, dark spleen, and petechial hemorrhages in internal organs [4].

Increased incidence of infectious diseases connected with of *Aeromonas* infection has traditionally been treated with antibiotics, chemotherapeutics and vaccines [5]. Vaccination is a very effective way of protecting animals against infectious disease. Where properly applied in aquaculture, it has significantly reduced the need for antibiotic use as a compensation method for the immunosuppression associated with the intensification of farming fish [6]. However, fish respond differently from avians and mammals to vaccination. Major differences between fish and other vertebrates are that their metabolism and immune response are temperature-dependent. Moreover, fish produce antibodies with lower affinity for antigens [7]. It is generally accepted that successful fish farming depends on the use of vaccination particularly when pathogen eradication is unlikely to be successful [6].

Different kinds of vaccines have been investigated against *A. hydrophila* including whole cell, outer membrane proteins, extra-cellular proteins, lipopolysaccharides, biofilms attenuated vaccines [4]. While each medicine probably are effective in the treatment of a particular disease, problems arise with the development of possible pathological side effects of immunization in fishes, as well as the emergence of antibiotic resistant pathogenic strains. For optimal protection of salmonids in sea-water, vaccination should be carried out some time before sea transfer, in order to give immunity sufficient time to develop, and to avoid handling stress during smoltification. On the other hand however, vaccination should not be carried out too early, as the degree of immunity declines with time [4].

Despite the importance and success of vaccination, little is known about the mechanisms of oxidative stress and antioxidant defense in fish during vaccination. In the present study, we determined the influence of vaccination against *Aeromonas* spp. on responses of antioxidant defense biomarkers in brain tissue of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*).

Materials and methods

Clinically healthy rainbow trout with a mean body mass of 135.5 ± 1.5 g were used in the experiments. The study was carried out in a Department of Salmonid Research, Inland Fisheries Institute near the village of Żukowo (Poland). All enzymatic assays were carried out at Department of Animal Physiology, Institute of Biology and Environmental Protection, Pomeranian University in Słupsk (Poland).

The fish were divided into two groups and held in 250-l square tanks (70–75 fish per tank) supplied with the same water as during the acclimation period (2 days). Before vaccination, the fish were anaesthetized by Propiscin solution. Fish were grouped as follows: I) unhandled controls, II) vaccinated by vaccine against furunculosis. The vaccine against furunculosis is a vaccine containing an inactivated strain of *A. salmonicida* and *A. hydrophila* in concentration 1×10^{10} colony forming units (CFU). The vaccine was produce in Department of Epizootology, Faculty of Veterinary Medicine, University of Warmia and Mazury (Olsztyn, Poland). Immersion solution contained 1 liter of vaccine per 10 liters of water. It was prepared immediately prior to vaccination. Immersion lasted from 60 to 120 seconds. The fish were kept for 30 days at 14.5 °C after vaccination at a water temperature of 14.5 ± 0.5 °C and the pH 7.5.

The animals were quickly captured and killed on 31 days post vaccination (n = 15 in each group). Brain tissue were removed *in situ*. Tissue samples were homogenized in ice-cold buffer (100 mM Tris-HCl, pH 7.2) using a glass homogenizer immersed in an ice water bath to a yield a 10% homogenate. Homogenates were centrifuged at 3,000g for 15 min at 4°C. After centrifugation, the supernatant was collected and frozen at -20 °C until analyzed. Protein contents were de-

terminated using the method of Bradford (1976) with bovine serum albumin as a standard. All enzymatic assays were carried out at 22 ± 0.5 °C using a Specol 11 spectrophotometer (Carl Zeiss Jena, Germany) in duplicate.

The enzymatic reactions were started by the addition of the tissue supernatant. An aliquot of the homogenate was used to determine the lipid peroxidation status of the sample by superoxide dismutase (SOD), catalase (CAT), glutathione reductase (GR) glutathione peroxidase (GPx), and total antioxidant capacity (TAC).

Data were checked for assumptions of normality using the Kolmogorov-Smirnov one-sample test and Lilliefors tests ($p > 0.05$). Significance of differences in the lipid peroxidation level, level of carbonyl derivatives of amino acids reaction, antioxidant enzymes activities was examined using Mann-Whitney *U* test [8]. Differences were considered significant at $p < 0.05$. All statistical analysis was performed by STATISTICA 8.0 software (StatSoft, Poland).

Results and discussion

Brain SOD activity was non-significantly higher than that in the control (by 14 %, $p > 0.05$). CAT, GR, and GPx activities in the brain were significantly inhibited in vaccinated group (by 33.8 %, $p = 0.033$, by 6.5 %, $p = 0.021$, by 62.5 %, $p=0.000$, respectively). The total antioxidant capacity was significantly decreased by 43 % ($p = 0.002$) in vaccinated group compared to those in the control (table).

Enzymatic antioxidant defenses in the brain tissue of the rainbow trout vaccinated against *Aeromonas* spp.

Antioxidant enzymes	Brain tissue	
	Unhandled control	Vaccinated group
SOD, $U\cdot mg^{-1}$ protein	397.88 \pm 27.54	453.64 \pm 48.53
CAT, $\mu mol\cdot min^{-1}\cdot mg^{-1}$ protein	105.5 \pm 4.21	48.15 \pm 6.17*
GR, $\mu mol\cdot min^{-1}\cdot mg^{-1}$ protein	1.92 \pm 0.09	0.98 \pm 0.17*
GPx, $\mu mol\cdot min^{-1}\cdot mg^{-1}$ protein	1382.51 \pm 171.49	641.98 \pm 99.43*
TAC, %	41.61 \pm 3.11	23.82 \pm 1.90*

Data are represented as mean \pm S.E.M. ($n = 15$); * – the significant difference was shown as $p < 0.05$ when compared vaccinated group and unhandled group values.

The study showed a post-treatment changes in oxidative stress profile in brain tissue of rainbow trout treated by vaccine against *Aeromonas* spp. The decrease of aldehyde and ketonic derivatives of oxidatively modified proteins was observed. However, the post-treatment levels of antioxidant defenses as well as total antioxidant capacity showed decrease after vaccination. Impairment in the synthesis of enzymatic and nonenzymatic antioxidant of vaccinated fish may be the most important factor in reducing levels of cellular total antioxidant.

Certain conditions (such as disease, exposure to toxins, immunization, aging, exercise etc.) can increase the rate of oxidative damage, a condition called oxidative stress [9, 10]. Oxidative stress occurs when the critical balance between oxidants and antioxidants is disrupted due to the depletion of antioxidants or excessive accumulation of the reactive oxygen species (ROS), or both, which may lead to a series of biochemical and physiological changes, thus, altering normal body homeostasis and tissue injury [9]. Despite the potential danger of the ROS, cells have a variety of defence mechanisms to neutralize the harmful effects of free radicals [10].

The first line of defence against oxidative stress consists of the antioxidant enzymes SOD, which convert superoxide radicals into hydrogen peroxide and then into water and molecular oxygen [10]. Induction of antioxidant enzymes is an important line of defense against oxidative stress in fish [11]. SOD is a group of metalloenzymes that catalyzes the dismutation of superoxide to hydrogen peroxide, plays a crucial antioxidant role and constitutes the primary defense against the toxic effects of superoxide radicals in aerobic organisms [12]. In our study, non-significant increase of SOD activity was observed in brain of vaccinated trout. It could be adap-

tive response to the immunization which neutralizes the impact of ROS and may be of importance in preventing membrane lipid peroxidation when the latter is initiated by a combination of Fe^{3+} and O_2^- -generating system [13]. A similar results of increased SOD activity has been reported in carp tissues following xenobiotics exposure [10, 14].

Skugor and co-workers (2009) used multiple gene expression profiling to outline the mechanisms that determine success of vaccine protection against *Aeromonas* in Atlantic salmon and to search for the correlates of protection [15]. Several genes with known immune functions showed higher expression levels in liver of salmon, including the phosphotyrosine independent ligand for lymphocyte-specific protein tyrosine kinase Lck SH2 or nucleoporin p62 that regulates activation of nuclear factor kappa-light-chain-enhancer of activated B cells (NF- κ B) by tumor necrosis factor α (TNF α) [15]. Up-regulation of NF- κ B and activator protein AP-1 by pathogens and cytokines induces mass production of immune mediators and effector proteins. NF- κ B and Jun proteins respond to various cell damaging factors, including free radicals and other genotoxic agents that can cause apoptosis, growth arrest, altered DNA repair or altered differentiation. NF- κ B can also activate protection against oxidative and cellular stress by providing anti-apoptotic and proliferation-promoting signals. A suite of chaperones and protein adaptors of different types (heat shock proteins, 14-3-3 proteins, glucose regulated proteins, DnaJ, cyclophilins) were expressed at higher level in fish with low resistance to furunculosis and this could be evidence of cellular stress [15]. Genes for proteins involved in regulation of redox status and protection against ROS had higher expression levels in vaccinated fish with high resistance to furunculosis [15].

In our study, the activities of CAT, GPx, as well as GR were significantly decreased in the brain tissue of vaccinated trout. The decreased CAT activities indicate the reduced capacity to scavenge hydrogen peroxide produced in brain tissue of vaccinated trout in response to oxidative stress [16]. Similarly, the inhibition of the CAT activity by pesticides has been reported in various studies in fish species [10]. GPx is dependent on access to glutathione disulfide by the NADPH-dependent GR. Decrease of glutathione-mediated antioxidant defense system results in oxidative stress and increased cytotoxicity, whereas elevation of intracellular GSH levels is recognized as an adaptive response to oxidative stress [9].

Conclusions

The analysis of antioxidant defense biomarkers had revealed significant differences between fish vaccinated against furunculosis and unhandled control. Both the glutathione-mediated antioxidant defense system and endogenous catalase play a critical role in intracellular antioxidant defense in vaccinated fish. Glutathione-dependent enzymes activity was decreased in vaccinated trout. In contrast, superoxide dismutase activity showed increase, which indicate a different response of antioxidant enzymes to vaccination. Furthermore, antioxidant defenses became more susceptible to oxidative damage induced by vaccination against *Aeromonas* spp.

References

1. Andrews S.R., Sahu N.P., Pal A.K., Mukherjee S.C., Kumar S. 2011. Yeast extract, brewer's yeast and spirulina in diets for *Labeo rohita* fingerlings affect haemato-immunological responses and survival following *Aeromonas hydrophila* challenge. Res. Vet. Sci., 91(1): 103–109.
2. Swain P., Behera T., Mohapatra D., Nanda P.K., Nayak S.K., Meher P.K., Das B.K. 2010. Derivation of rough attenuated variants from smooth virulent *Aeromonas hydrophila* and their immunogenicity in fish. Vaccine, 28(29): 4626–4631.
3. Vanya Ewart K., Williams J., Richards R.C., Gallant J.W., Melville K., Douglas S.E., 2008. The early response of Atlantic salmon (*Salmo salar*) macrophages exposed *in vitro* to *Aeromonas salmonicida* cultured in broth and in fish. Dev. Comp. Immunol., 32(4): 380–390.
4. Press C.M., Lillehaug A., 1995. Vaccination in European salmonid aquaculture: a review of practices and prospects. Br. Vet. J., 151(1): 45-69.
5. Harikrishnan R., Balasundaram C., Heo M.S. 2010. Herbal supplementation diets on hematology and innate immunity in goldfish against *Aeromonas hydrophila*. Fish Shellfish Immunol., 28(2): 354–361.

6. Kibenge F.S., Godoy M.G., Fast M., Workenhe S., Kibenge M.J. 2012. Countermeasures against viral diseases of farmed fish. *Antiviral Res.*, 95(3): 257–281.
7. Pilstrom L. 2005. Adaptive immunity in teleosts: humoral immunity. In: Midtlyng P.J. (Ed.), *Progress in Fish Vaccinology, Developments in Biological Standardization*, vol. 121. Karger, Basel, Switzerland, p. 23.
8. Zar J.H. 1999. *Biostatistical Analysis*, 4th ed., Prentice Hall Inc., New Jersey.
9. Halliwell B. 1994. Free radicals, antioxidants, and human disease: curiosity, cause, or consequence? *Lancet*, 344(8924): 721–724.
10. Ural M.Ş. 2013. Chlorpyrifos-induced changes in oxidant/antioxidant status and haematological parameters of *Cyprinus carpio*: ameliorative effect of lycopene. *Chemosphere*, 90(7): 2059–2064.
11. Velisek J., Stara A., Li Z.-H., Silovska S., Turek J. 2011. Comparison of the effects of four anaesthetics on blood biochemical profiles and oxidative stress biomarkers in rainbow trout. *Aquaculture*, 310: 369–375.
12. Cheeseman K.H., Slater J.F. 1992. An introduction to free radical biochemistry. In: Cheeseman, K.H., Slater, T.S. (Eds.), *Free Radicals in Medicine*. Churchill Livingstone, New York, p. 481–493.
13. Cadenas E., Hochstein P., Ernster L. 1992. Pro- and antioxidant functions of quinones and quinone reductases in mammalian cells. *Adv. Enzymol. Relat. Areas Mol. Biol.*, 65: 97–146.
14. Oruç E.Ö. 2010. Oxidative stress, steroid hormone concentrations and acetylcholinesterase activity in *Oreochromis niloticus* exposed to chlorpyrifos. *Pestic. Biochem. Physiol.*, 96: 160–166.
15. Skugor S., Jørgensen S.M., Gjerde B., Krasnov A. 2009. Hepatic gene expression profiling reveals protective responses in Atlantic salmon vaccinated against furunculosis. *BMC Genomics*, 10: 503–518.
16. Tkachenko H., Kurhaluk N., Grudniewska J., Andriichuk A. 2014. Tissue-specific responses of oxidative stress biomarkers and antioxidant defenses in rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* during a vaccination against furunculosis. *Fish Physiol. Biochem.*, 40(4): 1289–1300.

Г.М. Ткаченко¹, Й. Грудневська²

МАРКЕРЫ АНТИОКСИДАНТНОЙ ЗАЩИТЫ В МОЗГОВОЙ ТКАНИ РАДУЖНОЙ ФОРЕЛИ (*ONCORHYNCHUS MYKISS*), ИММУНИЗИРОВАННОЙ АНТИ-*EROMONAS* ВАКЦИНОЙ

*Целью данного исследования была оценка последствий вакцинации против фурункулеза на антиоксидантную защиту в мозговой ткани радужной форели (*Oncorhynchus mykiss*). Наши результаты показали снижение содержания маркеров перекисного окисления липидов и карбонильных производных окислительно-модифицированных белков на фоне уменьшения активности глутатионового звена антиоксидантной защиты иммунизованных рыб. Снижение общей антиоксидантной активности у иммунизованных рыб является адаптивной реакцией антиоксидантной системы для предупреждения развития окислительного стресса. Наши данные также показывают, что мозговая ткань иммунизованных рыб способна восстановить свой про- и антиоксидационный баланс после вакцинации.*

Ключевые слова: *мозг, радужная форель *Oncorhynchus mykiss*, вакцинация, биомаркеры, антиоксидантная защита.*

Сведения об авторах: Ткаченко Г.М., e-mail: tkachenko@apsl.edu.pl; Грудневська Й., e-mail: jgrudniewska@infish.com.pl.

Л.С. Афейчук
ФГБНУ «ТИПРО-Центр», Владивосток, Россия

СОСТОЯНИЕ РЕСУРСОВ АНАДАРЫ БРОУТОНА (*ANADARA BROUGHTONII*, *SCHRENK, 1867*) ИЗ СКОПЛЕНИЯ УССУРИЙСКОГО ЗАЛИВА (ЯПОНСКОЕ МОРЕ) В БАТИМЕТРИЧЕСКОМ АСПЕКТЕ

Изучены особенности хорологической структуры, распределения уловов, плотности, удельной биомассы, линейно-массовых характеристик, ресурсов анадары из скопления кутовой части Уссурийского залива в батиметрическом аспекте в 2016 г. В Приморье скопление анадары Уссурийского залива является вторым по величине. На глубинах от 3 до 6 м сосредоточены 71 % численности моллюсков (10,5 млн экз.) и 69 % их биомассы (1,87 тыс. т), где на площади около 15 км² ведут промысел моллюсков на протяжении 7 лет после снятия промыслового запрета. Состояние скопления оценено как относительно стабильное.

Двустворчатый моллюск анадара Броутона – верхнесублиторальный, тихоокеанский, приазиатский, субтропический вид. Он обитает в основном в странах Юго-Восточной Азии. Севернее анадара распространена до Приморья, где моллюск доминирует в биотопах пелитовых и мелкоалевритовых илов, приуроченных к устьям рек, в районах хорошо прогреваемых мелководий. Наиболее массовые скопления, имеющие промысловое значение, расположены в кутových частях Амурского и Уссурийского заливов.

Начиная с 1994 по 2004 г. промысел анадары вели на акватории Уссурийского залива, наиболее интенсивно в период с 1998 по 2002 г. В связи с негативными изменениями в состоянии скопления анадары с 2005 г. был введен промысловый запрет. Промысел был возобновлен в 2010 г., когда состояние скопления, его численность и запас были восстановлены.

Изучению состояния скопления анадары Уссурийского залива, особенностям распределения ресурсов моллюска и влиянию промысла был посвящен ряд работ [1–3]. Целью настоящей работы был мониторинг состояния скопления анадары Уссурийского залива в батиметрическом аспекте, включая изучение хорологической структуры, распределение уловов, плотности, удельной биомассы, линейно-массовых характеристик, ресурсов моллюсков по глубинам залива в 2016 г., а также их рациональное освоение.

Материал и методы

Научно-исследовательские работы по оценке состояния скоплений анадары были проведены дражным способом на акватории Уссурийского залива в августе–сентябре 2016 г. Было выполнено 98 драгирований протяженностью около 200 м.

Параметры драги соответствовали: высота входного отверстия – 40 см; рабочая длина драги – 2,1 м; расстояние между зубьями – 5 см; длина зубьев – 25 см; ячея кутца – 5 см; глубина захвата грунта – 10–15 см.

Для каждого драгирования фиксировали улов моллюсков в килограммах и экземплярах. При проведении промеров линейные размеры моллюсков определяли с точностью до 1 мм штангенциркулем. Среднюю массу особей в пробе определяли на борту судна путем взвешивания всей пробы, полученной в результате драгирования, и последующего деления на количество особей в ней. Наряду с этим регистрировали особей с тупым брюшным краем раковины, поскольку такие моллюски не пользуются спросом на международном рынке. В процессе исследований было промерено 2 685 особей анадары. Собранные материалы были обработаны с помощью пакета программ Statistica, MapInfo Professional и Microsoft Office Excel. Расчет численности и биомассы, а также оценку общего и промы-

слового запасов скоплений моллюска производили традиционными методами [4], для расчета запасов были использованы площадной метод [5] и метод полигонов (многоугольников), соответствующих каждому отдельному драгированию с учетом его площади и улова (ячейки Дирхле–Вороного или полигоны Тиссена), с применением ГИС MapInfo [6].

Результаты исследований

Скопление анадары кутовой части Уссурийского залива располагалось на глубинах от 2 до 12 м. Хорологическая структура скопления в период наблюдений отличалась неоднородностью. Пространственное распределение особей было пятнистым. В скоплении встречались мозаичные агрегации моллюсков на глубинах от 2 до 7 м. Моллюски с повышенной концентрацией были отмечены на глубинах от 2 до 4 м от м. Черепаха–м. Геллера до м. Обрывистый, южнее м. Обрывистый на глубинах от 3,5 до 6,5 м. Кроме того, агрегации наблюдались у западного побережья зал. Муравьиного на глубинах от 4 до 7 м. В целом подобная картина распределения наблюдается ежегодно.

Распределение плотности и удельной биомассы анадары в скоплении Уссурийского залива представлено на рис. 1, 2.

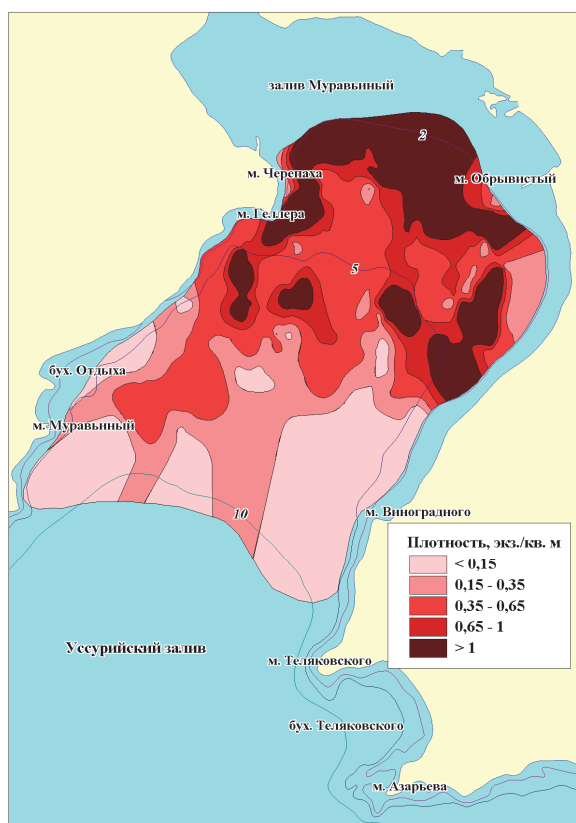


Рис. 1. Распределение плотности анадары в скоплении

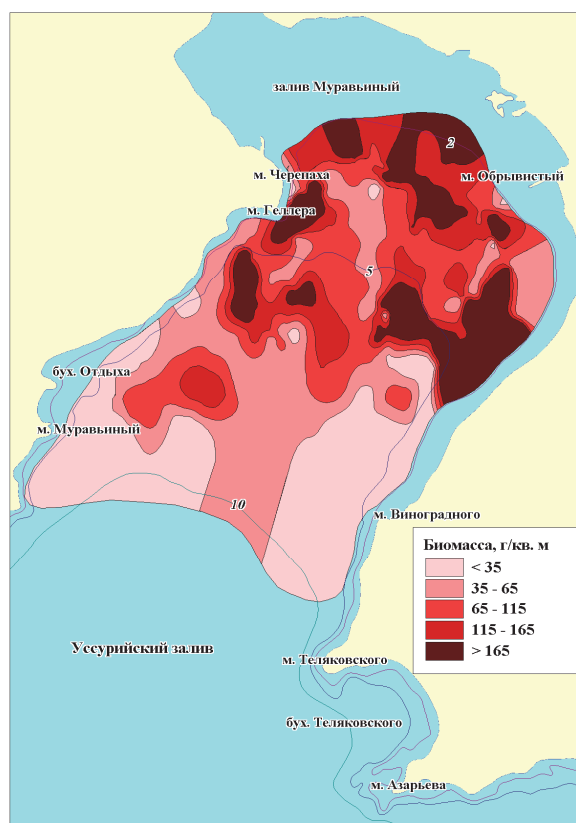


Рис. 2. Распределение удельной биомассы анадары в скоплении

Средняя плотность моллюсков в скоплении составляла $0,78 \text{ экз./м}^2$, удельная биомасса – $134,71 \text{ г/м}^2$. Данные показатели обилия моллюсков снижаются с увеличением глубины (рис. 3). Плотность моллюсков в диапазоне глубин от 3 до 10 м сокращается почти в 5 раз, изменяясь от $1,54$ до $0,3 \text{ экз./м}^2$, сокращение удельной биомассы на этих глубинах происходит в 2 раза (167 и 76 г/м^2 соответственно). Незначительный всплеск этих показателей наблюдается в пределах пятиметровой изобаты, где плотность моллюсков составляет около $1,2 \text{ экз./м}^2$, а удельная биомасса превышает 190 г/м^2 .

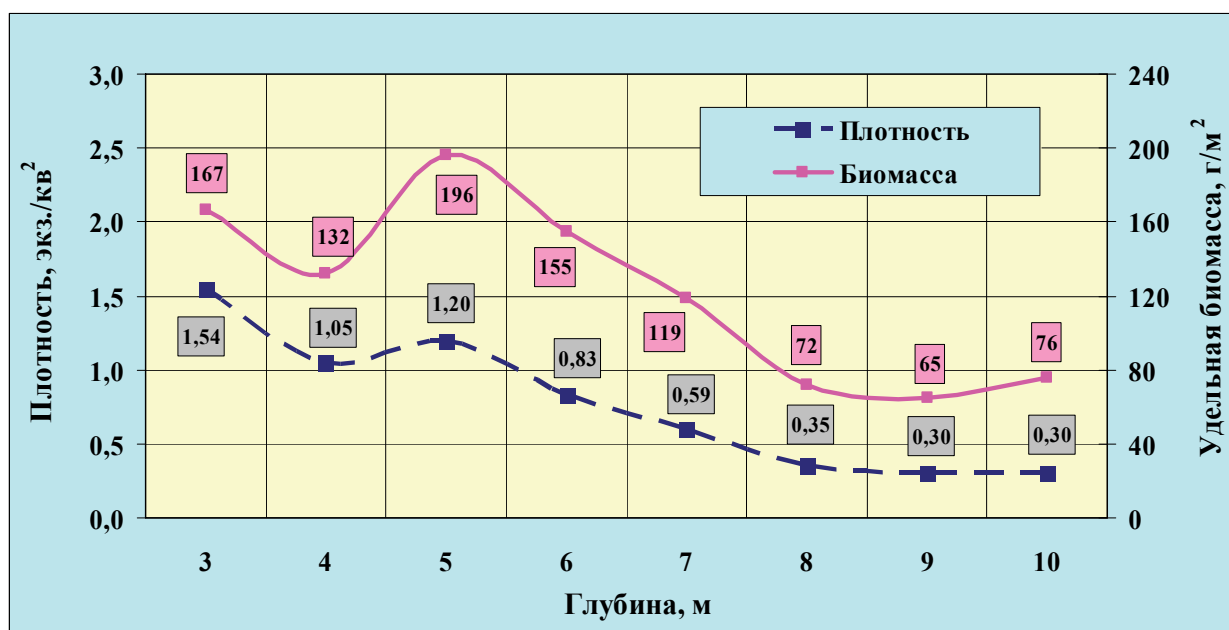


Рис. 3. Распределение плотности и удельной биомассы по глубинам в скоплении анадары Уссурийского залива

В соответствии с показателями обилия изменялись уловы на учетное драгирование по глубинам скопления (рис. 4). В диапазоне глубин от 3 до 10 м уловы снижались от 92 экз. (10 кг) до 25 экз. (более 6 кг). В среднем они составляли 48 экз., или 8 кг. Максимальные уловы не превышали 230 экз. (около 70 кг), минимальные – 1 экз. (0,22 кг).

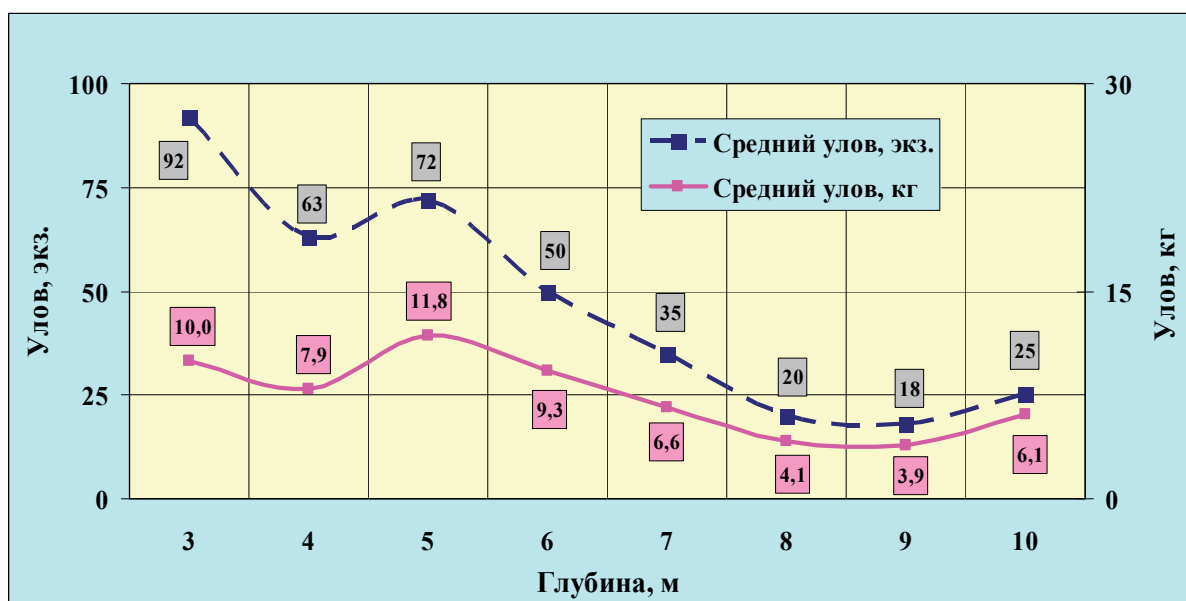


Рис. 4. Распределение уловов анадары на учетное драгирование по глубинам в скоплении Уссурийского залива

Промысловой мерой у анадары является длина раковины (не менее 80 мм). Промысловыми в скоплении были около 52 % особей (рис. 5). Средняя длина раковины в скоплении составила около 82 мм, минимальная – 52 мм, максимальная – 120 мм. Средняя масса особей составила около 173 г, максимальная – 350 г, минимальная – 89 г.

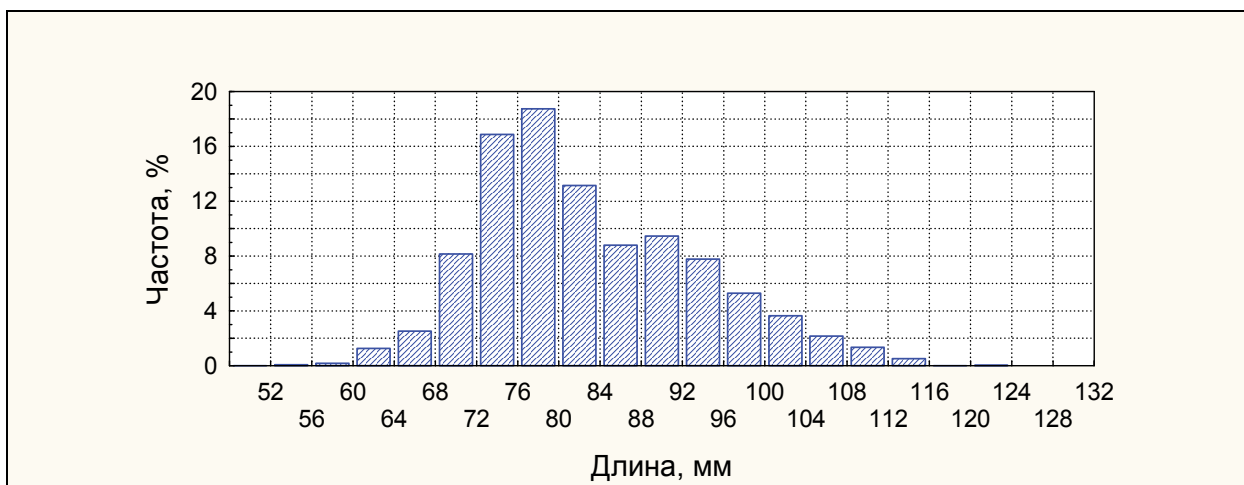


Рис. 5. Размерный состав особей анадары в скоплении Уссурийского залива

Средняя длина раковины и средняя масса особей изменялись в диапазоне рассматриваемых глубин (рис. 6). Средняя длина раковины моллюсков возрастала в 1,3 раза, а средняя масса особи – в 2,4, в численном выражении эти показатели изменяются от 76 до 102 мм и от 110 до 266 г соответственно.

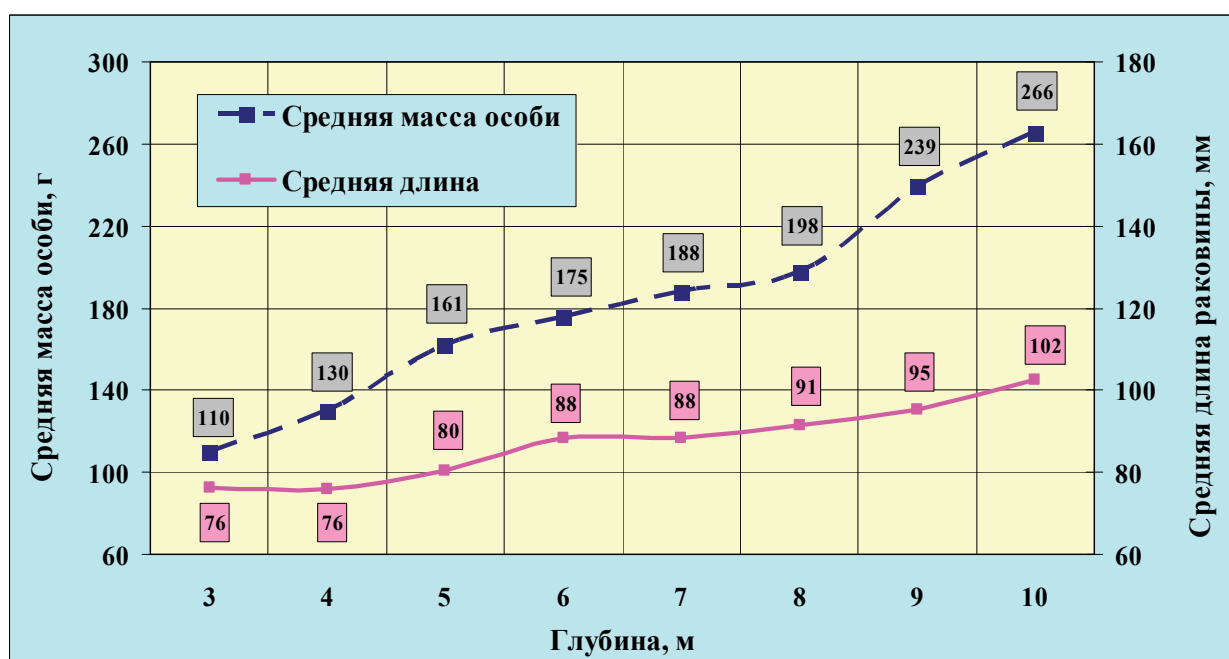


Рис. 6. Распределение линейно-массовых характеристик анадары по глубинам в скоплении Уссурийского залива

На исследованной площади скопления, составляющей около $28,7 \text{ км}^2$, сосредоточено 14,8 млн особей моллюсков с общим запасом 2,7 тыс. т. Промысловый запас оценен в 1,4 тыс. т. Запасы моллюсков в скоплении распределены также неравномерно (рис. 7). На глубинах от 3 до 6 м на площади, не превышающей 15 км^2 , сосредоточены 71 % численности моллюсков (10,5 млн экз.) и 69 % их биомассы (1,87 тыс. т). Соответственно, промысел данного ценного моллюска на акватории залива в последние 7 лет проводили на данной малой по площади акватории, которая была подвержена его максимальному прессу.

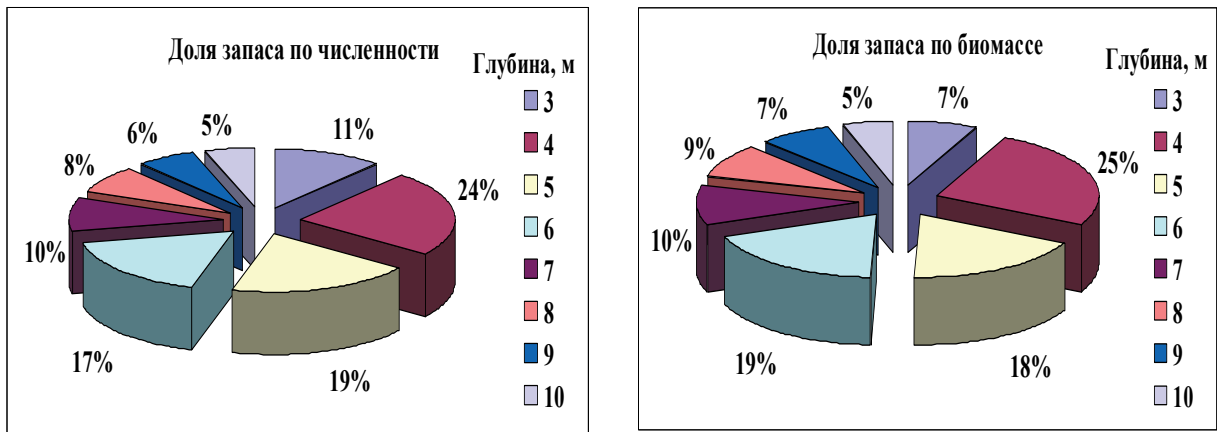


Рис. 7. Распределение запасов анадары по глубинам в скоплении Уссурийского залива

В связи с тем что анадара является экспортным объектом, к моллюскам предъявляются определенные требования: особи не должны быть крупными (моллюски от минимального промыслового размера до 96 мм по длине раковины – «эксплуатируемая» или вылавливаемая часть скопления). У моллюсков большего размера наблюдаются изменения цвета мягких тканей до бурого, что является показателем «некондиционности». Кроме того, раковины должны быть с острым брюшным краем. Тупой брюшной край образуется в связи с замедлением темпов роста по мере старения особи или от стресса в связи с прессом интенсивного лова. Это происходит, когда на малой акватории неоднократно вылавливают некондиционных моллюсков и возвращают в среду обитания, что нарушает их жизненный ритм, цикл питания и приводит к замедлению темпов роста с образованием тупого брюшного края. В кутовой части Уссурийского залива кондиционными являются немногим более 23 % общей численности (рис. 8), что составляет около 3,4 млн экз., или 0,622 тыс. т. Это обстоятельство следует учитывать при промышленной эксплуатации ресурсов данного вида и распределении промысловой нагрузки. В 2016 г. в данном районе было выловлено более 60 т анадары, что составляет около 10 % запаса кондиционных особей и около 4 % промыслового запаса моллюсков.

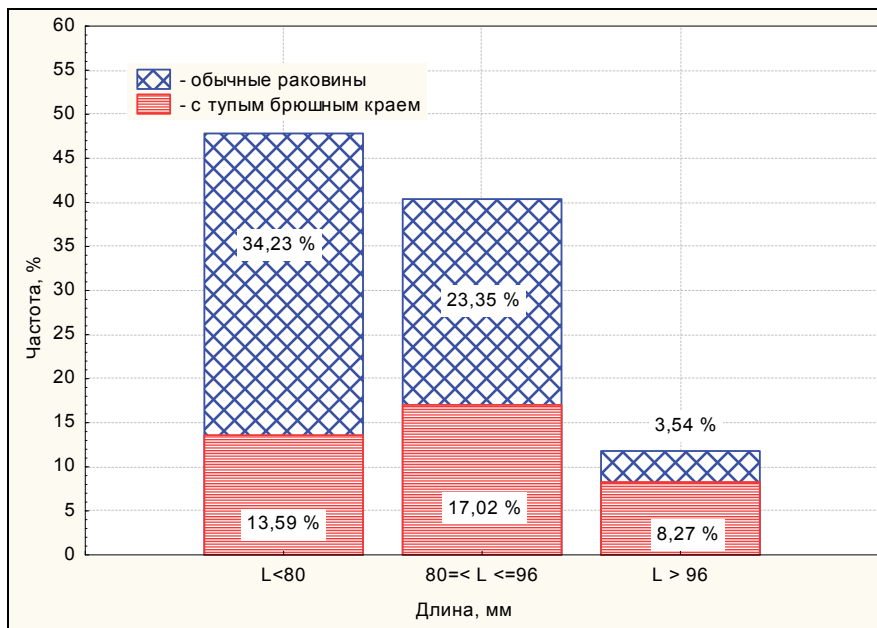


Рис. 8. Соотношение разных размерных групп анадары из скопления Уссурийского залива

Исследования, проведенные в 2016 г., показали, что в целом промысловое скопление анадары Уссурийского залива находится в относительно стабильном состоянии. В результате изучения ресурсов анадары в батиметрическом аспекте были выявлены некоторые характеристики скопления в районе интенсивного лова, располагающегося на глубинах от 3 до 6 м в кутовой части Уссурийского залива. На площади около 15 км² плотность особей составила в среднем 1,16 экз./м², удельная биомасса – 163 г/м², средний улов – 10 кг (70 экз.) на учетное драгирование, средняя масса особи – 144 г при средней длине раковины около 80 мм, что соответствует минимальному промысловому размеру.

Наряду с этим следует отметить, что особенностями обитания популяции анадары у северной границы ареала являются нерегулярное пополнение и низкий темп роста, в связи с чем при эксплуатации ресурсов анадары следует осторожно подходить к использованию ресурсов данного ценного объекта в этом районе и тщательно регулировать промысловую нагрузку.

Список литературы

1. Афейчук Л.С. Состояние ресурсов промысловых скоплений анадары Броутона в заливе Петра Великого: материалы V Всерос. науч.-практ. конф. «Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промысловое и техническое использование» (25–27 марта 2014 г.). – Петропавловск-Камчатский, 2014. – Ч. 2. – С. 12–17.

2. Афейчук Л.С. Особенности распределения ресурсов анадары Броутона (*Anadara broughtonii*) в скоплении Уссурийского залива (Японское море) и ведение промысла: материалы VII Всерос. науч.-практ. конф. «Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промысловое и техническое использование» (22–24 марта 2016 г.). – Петропавловск-Камчатский, 2016. – Ч. 2. – С. 87–92.

3. Афейчук Л.С. Промысловые ресурсы анадары Броутона (*Anadara broughtonii*) в заливе Петра Великого (Японское море): материалы Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием, приуроченная к 145-летию Севастопольской биологической станции «Морские биологические исследования: достижения и перспективы» (19–24 сентября 2016 г.). – Севастополь, 2016. – Ч. 3. – С. 334–338.

4. Основные методы оценки численности и биомассы водных биологических ресурсов, величины запаса и его прогноза, оценки возможной доли изъятия, а также сбора данных, характеризующих численность, биомассу, величину запаса, а также биологических и промысловых данных, используемые во ФГУП «ТИНРО-Центр». – Владивосток: ТИНРО-Центр, 2013. – 49 с.

5. Аксютин З.М. Элементы математической оценки результатов наблюдений в биологических и рыбохозяйственных исследованиях. – М.: Пищ. пром-сть, 1968. – 283 с.

6. Борисов Е.Э., Вдовин А.Н., Панченко В.В. Оценки запасов керчаков по данным учетных траловых съемок залива Петра Великого // Вопросы рыболовства. – 2003. – Т. 4, № 1 (13). – С. 157–170.

L.S. Afeychuk

Pacific Scientific Research Fisheries Center (TINRO-Center), Vladivostok, Russia

STATE OF THE ANADARA (*ANADARA BROUGHTONII*, SCHRENK, 1867) STOCK IN THE USSURIYSKIY BAY (JAPAN SEA) AND ITS BATHYMETRIC DISTRIBUTION

Chorological structure, bathymetric distribution, density and biomass in aggregations, and size-weight structure of anadara bivalve in the internal Ussuriyskiy Bay is considered on the data of surveys in 2016. The anadara aggregation in the Ussuriyskiy Bay is the second in the Primorye waters. At depths of 3 to 6 m 71 % concentrated numerically-sti molluscs (10.5 million

copies.) And 69% of their biomass (1.87 thousand t), where molluscs are fishing in the area of about 15 km² to 7 years after fishing ban. The stock is rather stable.

Сведения об авторе: Афейчук Лариса Сергеевна, научный сотрудник лаборатории промысловых беспозвоночных и водорослей, e-mail: larisa.afeychuk@tinro-center.ru.

УДК 639.27.053.7 (265.54)

Л.С. Афейчук
ФГБНУ «ТИНРО-Центр», Владивосток, Россия

СОСТОЯНИЕ РЕСУРСОВ АНАДАРЫ БРОУТОНА (*ANADARA BROUGHTONII*, *SCHRENK, 1867*) ИЗ СКОПЛЕНИЯ АМУРСКОГО ЗАЛИВА (ЯПОНСКОЕ МОРЕ) В БАТИМЕТРИЧЕСКОМ АСПЕКТЕ

Изучены особенности хорологической структуры, распределения уловов, плотности, удельной биомассы, линейно-массовых характеристик, ресурсов анадары из скопления кутовой части Амурского залива в батиметрическом аспекте в 2016 г. Скопление анадары в Амурском заливе является в Приморье первым по величине. Промысел моллюсков ведут на глубинах от 4 до 7 м, где на площади около 100 км² сосредоточено 93 % численности и биомассы анадары (55,1 млн экз. и 9,93 тыс. т соответственно). Состояние скопления оценено как относительно стабильное.



Двустворчатый моллюск анадара Броутона обитает в морях стран Юго-Восточной Азии, где существуют давние традиции его промысла и культивирования. Маргинальные скопления анадары сосредоточены в хорошо прогреваемых бухтах зал. Петра Великого. В Приморье первое по величине скопление моллюска, имеющее промысловое значение, расположено в кутовой части Амурского залива, второе – в кутовой части Уссурийского залива. Практически всю добываемую анадару направляют на экспорт. Промысел анадары на акватории Амурского залива ведут с начала 2000-х годов на протяжении 16 лет, особенно интенсивно в период запрета промысла в Уссурийском заливе (2005–2010 гг.). Скопление занимает общую площадь около 130 км², где моллюски распределены неравномерно. Основной пресс лова приходится на продуктивную акваторию площадью около 100 км² в диапазоне глубин от 4 до 7 м. Особенностью рельефа дна в пределах данного скопления в отличие от кутовой части Уссурийского залива является наличие естественных препятствий в виде устричников, мелей, кекуров с большим перепадом глубин, что значительно затрудняет драгирование.

Изучению состояния скопления анадары Амурского залива, особенностям распределения и ресурсам моллюска посвящен ряд работ [1–3].

Целью настоящей работы было исследование состояния скопления анадары Амурского залива в батиметрическом аспекте, включая изучение хорологической структуры, распределения уловов, плотности, удельной биомассы, линейно-массовых характеристик, ресурсов моллюсков по глубинам залива в 2016 г., а также их рациональное освоение.

Материал и методы

Научно-исследовательские работы по оценке состояния скоплений анадары были проведены дражным способом на акватории Амурского залива в период с июля по октябрь 2016 г. Было выполнено 164 драгирования протяженностью около 200 м.

Параметры драги соответствовали: высота входного отверстия – 40 см; рабочая длина драги – 2,1 м; расстояние между зубьями – 5 см; длина зубьев – 25 см; ячея кутца – 5 см; глубина захвата грунта – 10–15 см.

Для каждого драгирования фиксировали улов моллюсков в килограммах и экземплярах. При проведении промеров линейные размеры моллюсков определяли с точностью до 1 мм штангенциркулем. Среднюю массу особей в пробе определяли на борту судна путем взвешивания всей пробы, полученной в результате драгирования, и последующего деления на количество особей в ней. Наряду с этим регистрировали особей с тупым брюшным краем раковины, поскольку такие моллюски не пользуются спросом на международном рынке. В процессе исследований было промерено 3 507 особей анадары. Собранные материалы были обработаны с помощью пакета программ Statistica, MapInfo Professional и Microsoft Office Excel. Расчет численности и биомассы, а также оценку общего и промыслового запасов скоплений моллюска производили традиционными методами [4], для расчета запасов были использованы площадной метод [5] и метод полигонов (многоугольников), соответствующих каждому отдельному драгированию, с учетом его площади и улова (ячейки Дирхле–Вороного или полигоны Тиссена), с применением ГИС MapInfo [6].

Результаты исследований

Скопление анадары в кутовой части Амурского залива располагалось на глубинах от 2 до 11 м. Хорологическая структура скопления в период наблюдений была неоднородной. В пространственном распределении отмечались мозаичные агрегации моллюсков на глубинах от 2 до 7 м. Повышенные концентрации были зафиксированы на глубинах от 2 до 6 м на северо-запад от м. Чихачева о. Речной, западнее от о. Речного до м. Тихий. Кроме того, небольшие агрегации наблюдались у западного побережья кутовой части Амурского залива на глубинах от 5 до 6 м.

Распределение плотности и биомассы анадары в скоплении Амурского залива представлено на рис. 1.

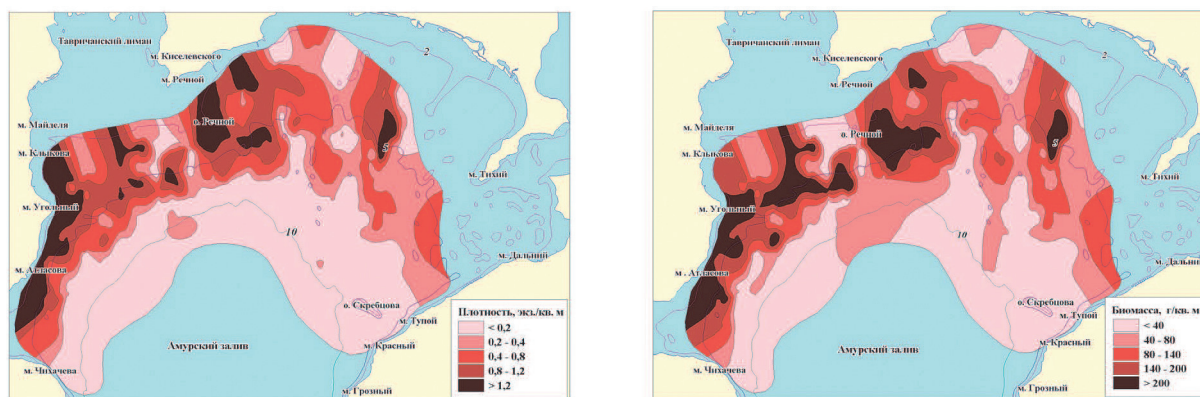


Рис. 1. Распределение плотности и удельной биомассы анадары в скоплении кутовой части Амурского залива

Средняя плотность моллюсков в скоплении составляла 0,51 экз./м², удельная биомасса – 9,24 г/м². С увеличением глубины эти показатели обилия моллюсков снижались (рис. 2). Плотность моллюсков в диапазоне глубин от 3 до 8 м сокращалась почти в 9 раз, изменяясь от 1,4 до 0,15 экз./м², сокращение удельной биомассы на этих глубинах происходило в 5,6 раза (181 и 32 г/м² соответственно). Повышение этих показателей наблюдалось в пределах глубин 5–6 м, где плотность моллюсков составляла около 0,8 экз./м², а удельная биомасса – около 150 г/м². На глубинах от 9 до 11 м анадара встречалась штучно.

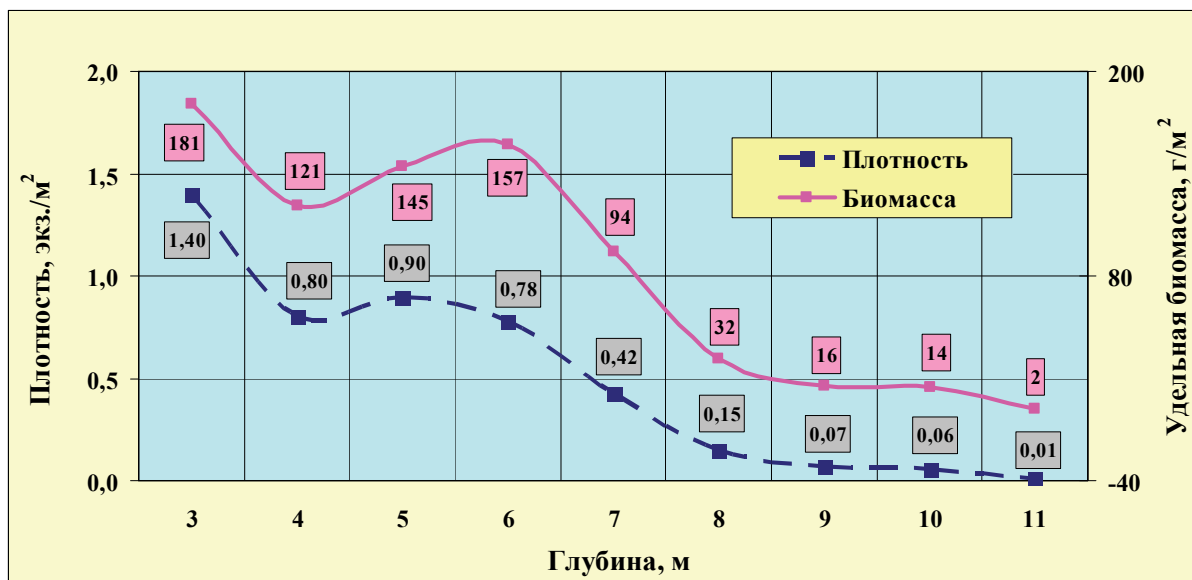


Рис. 2. Распределение плотности и удельной биомассы по глубинам в скоплении анадара Амурского залива

Уловы на учетное драгирование изменялись с увеличением глубины (рис. 3). В диапазоне глубин от 3 до 8 м уловы снижались от 146 экз. (19 кг) до 16 экз. (более 3 кг). В пределах всего скопления уловы в среднем составляли 53 экз., или 9,9 кг. Максимальные уловы не превышали 255 экз. (около 42 кг), минимальные – 1 экз. (0,1 кг).

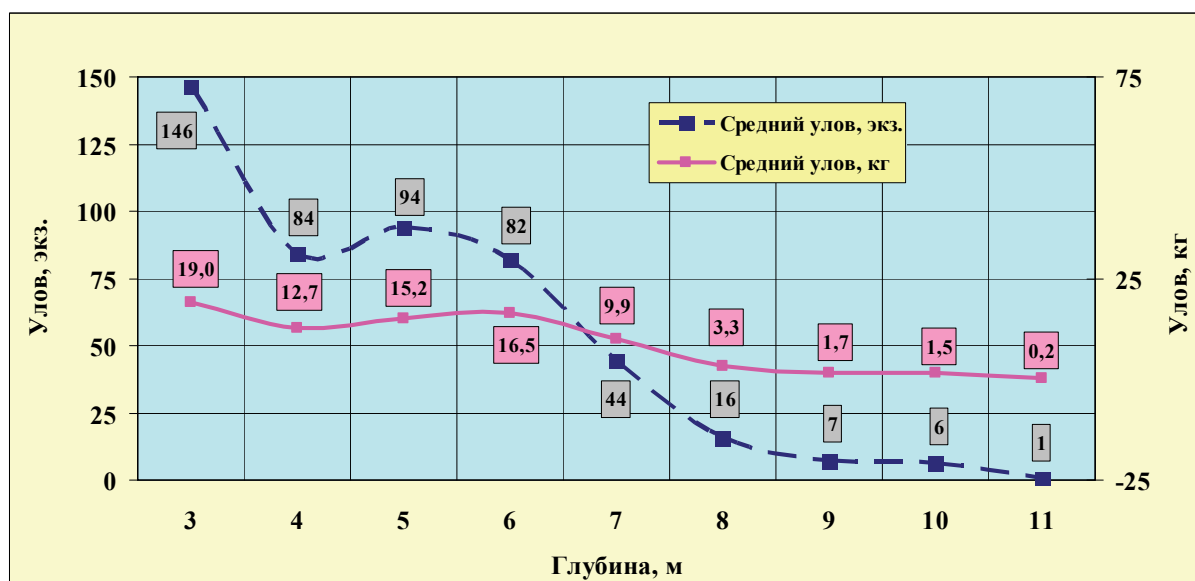


Рис. 3. Распределение уловов анадара на учетное драгирование по глубинам в скоплении Амурского залива

Длина раковины является промысловой мерой, для анадары она принята не менее 80 мм. Промысловыми в скоплении были около 73 % особей (рис. 4). Средняя длина раковины в скоплении составила около 88 мм, минимальная – 42 мм, максимальная – 132 мм. Средняя масса особей составила около 203 г, максимальная – 400 г, минимальная – 31 г.

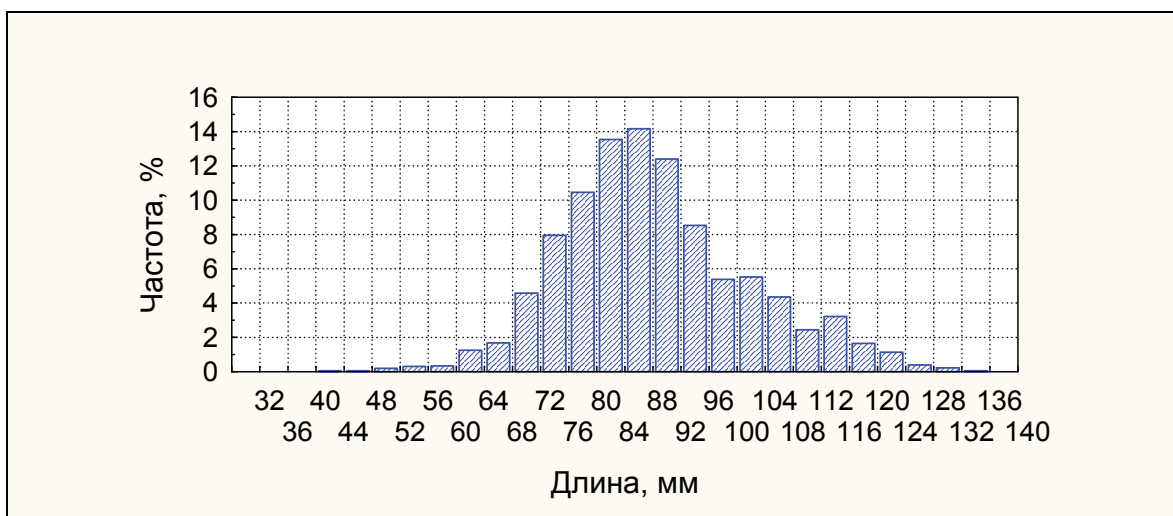


Рис. 4. Размерный состав особей анадары в скоплении Амурского залива

Средняя длина раковины и средняя масса особей изменяется в диапазоне глубин от 3 до 11 м (рис. 5). Средняя длина раковины моллюсков возрастала в 1,2 раза, а средняя масса особи – в 2,3, в численном выражении эти показатели изменялись от 85 до 103 мм и от 130 до 300 г соответственно.

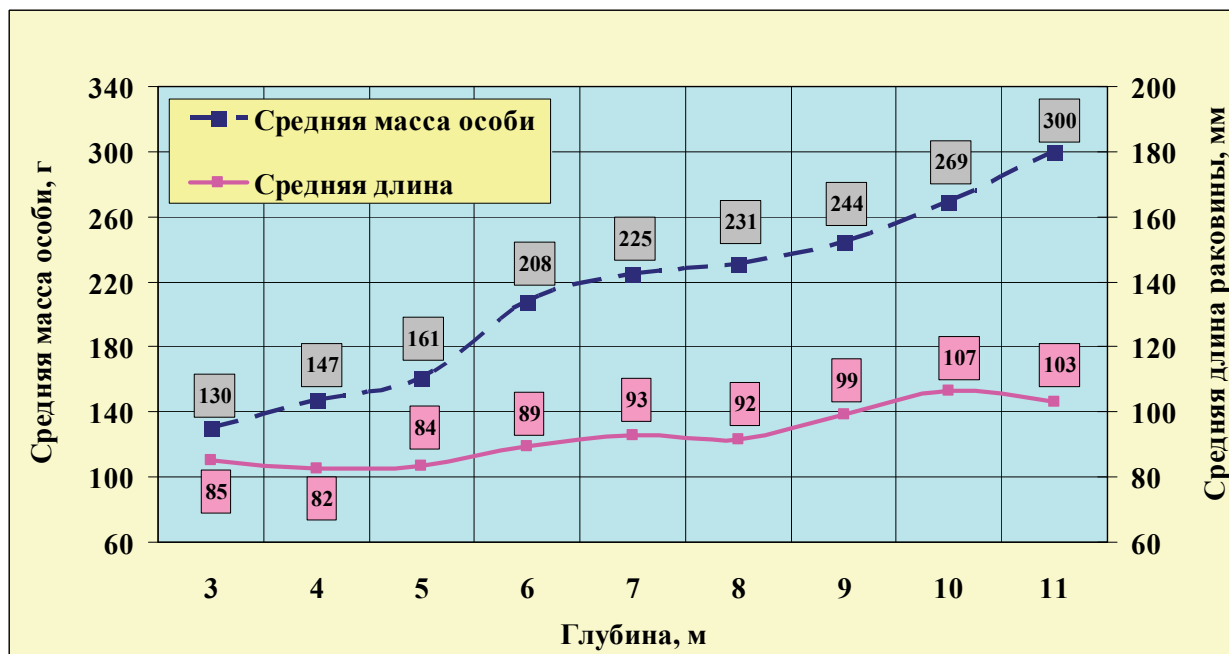


Рис. 5. Распределение линейно-массовых характеристик анадары по глубинам в скоплении Амурского залива

На исследованной площади скопления, составляющей около 136 км², сосредоточено 59,2 млн особей моллюсков общим запасом 10,7 тыс. т. Промысловый запас оценен в 7,8 тыс. т. Запасы моллюсков в скоплении распределены также неравномерно (рис. 6). На глубинах от 4 до 7 м на площади около 100 км² сосредоточено 93 % численности и биомассы

моллюсков (55,1 млн экз. и 9,93 тыс. т соответственно). Промысел анадары на акватории залива ведут в пределах продуктивных акваторий на глубинах от 4 до 7 м, свободных от многочисленных донных препятствий в виде устричников, мелей и кекуров. Продуктивные акватории Амурского залива превышают по площади почти в 8 раз район промысла моллюсков в Уссурийском заливе.

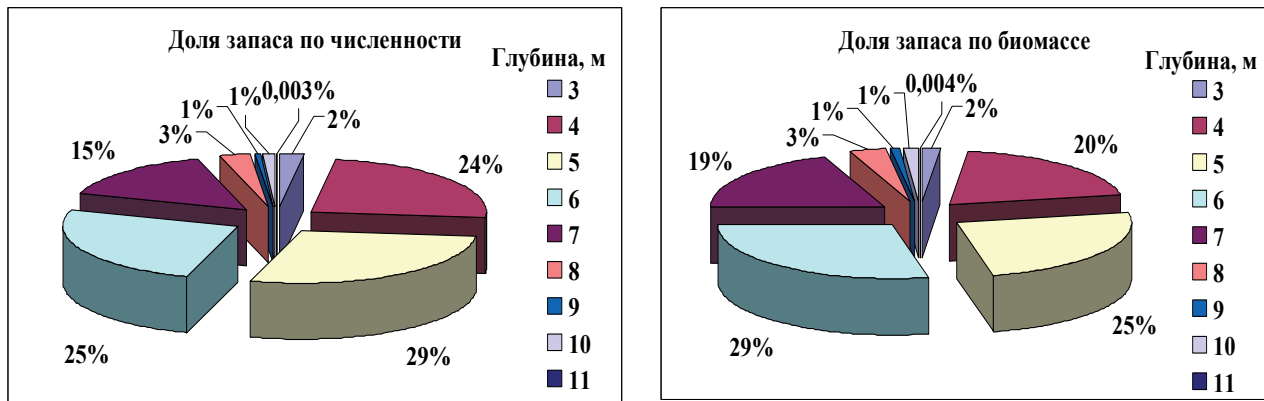


Рис. 6. Распределение запасов анадары по глубинам в скоплении Амурского залива

При анализе соотношения разных размерных групп следует выделять «эксплуатируемую» или вылавливаемую часть особей, в которую входят моллюски от минимального промыслового размера до 96 мм по длине раковины, наиболее отвечающие требованиям экспорта (рис. 7). Кроме того, моллюски должны быть кондиционными с наличием острого брюшного края. В скоплении Амурского залива кондиционными являются около 49 % общей численности, что составляет порядка 29 млн экз., или 5,2 тыс. т. В 2016 г. в данном районе было выловлено около 190 т анадары, что составляет около 3,6 % запаса кондиционных особей и около 2,4 % промыслового запаса моллюсков.

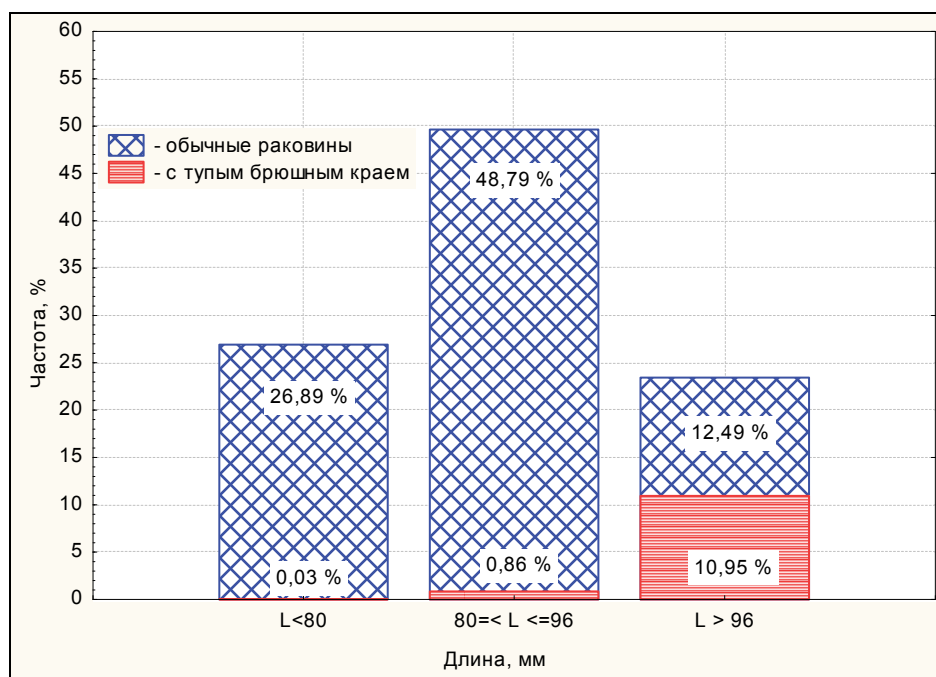


Рис. 7. Соотношение разных размерных групп анадары из скопления Амурского залива

Исследования, проведенные в 2016 г., показали, что в целом промысловое скопление анадары Амурского залива находится в относительно стабильном состоянии. В результате изучения ресурсов анадары в батиметрическом аспекте были выявлены некоторые характеристики скопления в районе интенсивного лова, располагающегося на глубинах от 4 до 7 м в кутовой части Амурского залива. На площади около 100 км² плотность особей составила в среднем 0,73 экз./м², удельная биомасса – 129 г/м², средний улов – 13,6 кг (76 экз.) на учетное драгирование, средняя масса особи – 185 г при средней длине раковины около 87 мм.

Наряду с этим следует отметить, что скопление анадары Амурского залива находится на краю ареала и подвержено влиянию стрессовых факторов. В связи с этим необходимо ежегодно проводить мониторинг состояния скопления моллюска в целях регулирования промысловой нагрузки и рациональной эксплуатации ресурсов данного ценного вида.

Список литературы

1. Афейчук Л.С. Распределение и ресурсы анадары в Амурском заливе (Японское море): тез. докл. X съезда Гидробиологического общества при ИБМ РАН 28 сентября–2 октября 2009 г. – Владивосток: Дальнаука, 2009. – С. 22.

2. Афейчук Л.С. Распределение и ресурсы анадары Броутона (*Anadara broughtonii*, Schrenk, 1867) в Амурском заливе // Материалы II Междунар. науч.-техн. конф. «Актуальные проблемы освоения биологических ресурсов Мирового океана», Владивосток, 22–24 мая 2012 г. – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2012а. – С. 40–44.

3. Афейчук Л.С. Особенности распределения ресурсов анадары Броутона (*Anadara broughtonii*) в скоплении Амурского залива (Японское море) и ведение промысла // Материалы VII Всерос. науч.-практ. конф. «Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промысловое и техническое использование», 22–24 марта 2016 г. – Петропавловск-Камчатский, 2016. – Ч. 2. – С. 81–86.

4. Основные методы оценки численности и биомассы водных биологических ресурсов, величины запаса и его прогноза, оценки возможной доли изъятия, а также сбора данных, характеризующих численность, биомассу, величину запаса, а также биологических и промысловых данных, используемые во ФГУП «ТИНРО-Центр». – Владивосток: ТИНРО-Центр, 2013. – 49 с.

5. Аксютин З.М. Элементы математической оценки результатов наблюдений в биологических и рыбохозяйственных исследованиях. – М.: Пищ. пром-сть, 1968. – 283 с.

6. Борисовец Е.Э., Вдовин А.Н., Панченко В.В. Оценки запасов керчаков по данным учетных траловых съемок залива Петра Великого // Вопросы рыболовства. – 2003. – Т. 4, № 1 (13). – С. 157–170.

L.S. Afeychuk

Pacific Scientific Research Fisheries Center (TINRO-Center), Vladivostok, Russia

STATE OF THE ANADARA (*ANADARA BROUGHTONII*, SCHRENK, 1867) STOCK IN THE AMUR BAY (JAPAN SEA) AND ITS BATHYMETRIC DISTRIBUTION

Chorological structure, bathymetric distribution, density and biomass in aggregations, and size-weight structure of anadara bivalve in the internal Amur Bay is considered on the data of surveys in 2016. The anadara aggregation in the Amur Bay is the largest in the Primorye waters. Its main part (93 %) distributes at the depth of 4–7 m (55.1·10⁶ ind. or 9,930 t). The fishing grounds of this species occupy here about 100 km². The stock is rather stable.

Сведения об авторе: Афейчук Лариса Сергеевна, научный сотрудник лаборатории промысловых беспозвоночных и водорослей, e-mail: larisa.afeychuk@tinro-center.ru.

Н.Е. Бойко, Л.П. Ружинская, О.А. Рудницкая, Л.М. Короткова
ФГБНУ «АзНИИРХ», Ростов-на-Дону, Россия

ИССЛЕДОВАНИЕ ФАКТОРОВ НЕСПЕЦИФИЧЕСКОЙ ИММУННОЙ ЗАЩИТЫ У ЧЕРНОМОРСКОГО КАЛКАНА

Представлены результаты анализа клеточных (лейкоциты крови) и гуморальных (лизоцим сыворотки крови и почки) факторов неспецифической иммунной защиты черноморского калкана. У рыб с выраженными изменениями лейкоцитарного состава крови отмечено повышенное содержание сывороточного и тканевого лизоцима. Выявлена зависимость между уровнем лизоцима и относительным количеством незрелых гранулоцитов (нейтрофилов) крови, характеризующих стрессорное состояние рыб.

Камбала калкан *Scophthalmus maeoticus maeoticus* (Pallas) – ценный промысловый вид рыб, обитающий на черноморском шельфе России. Во взрослом состоянии образует локальные группировки, ареал распределения которых сужается в период нереста.

Известно, что на физиологическое состояние представителей этого вида существенное влияние оказывают факторы среды. К числу универсальных критериев, используемых в физиологии для анализа естественной резистентности рыб, относится регистрация состояния системы иммунитета и отдельных ее параметров. Неспецифические защитные механизмы рыб представляют собой широкий круг клеточных и молекулярных факторов [1]. Иммунную защиту обеспечивают клетки белой крови (лейкоциты), реагирующие на внешние воздействия изменением соотношения отдельных форм лейкоцитов. Быстрая реакция лейкоцитарного состава позволяет контролировать состояние рыб [2]. В лизосомах отдельных форм лейкоцитов – нейтрофилах содержится фермент лизоцим [3], экзцитоз которого активизируется при стрессе [4]. Изменение содержания лизоцима в крови и гемопоэтических тканях рыб отмечено в условиях токсикоза [4–6].

Цель исследования – определить активность лизоцима у черноморского калкана, сравнить с показателями лейкоцитарного состава крови и оценить перспективность использования выбранных параметров для характеристики функционального состояния рыб.

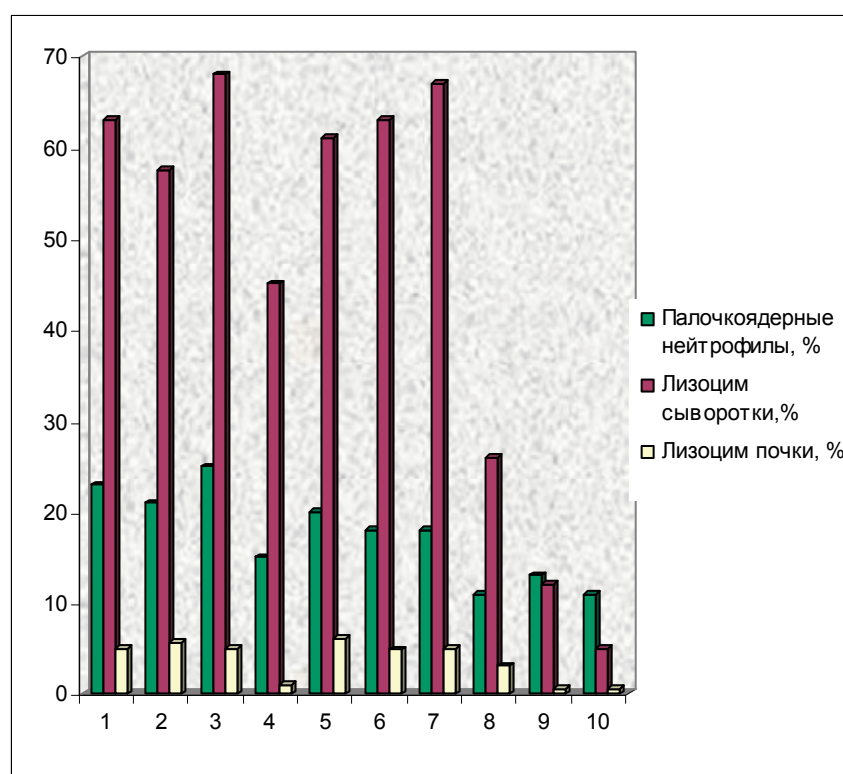
Материал для исследования был получен в нерестовый период калкана в мае 2011 г. в районе пос. Верхнее Лоо (Лазаревский район Краснодарского края) и в районе пос. Агой, расположенного севернее м. Кадош (Туапсинский район Краснодарского края). У 10 экз. брали кровь на морфологический анализ. На фиксированных образцах подсчитывали лейкоцитарный состав, который выражали в процентном соотношении отдельных видов лейкоцитов, а также в виде индексов, показывающих различное соотношение грануло- и агранулоцитов. Содержание лизоцима в сыворотке крови и в экстрактах гемопоэтической ткани (почке) измеряли нефелометрическим методом, основанным на лизисе грамм-положительных бактерий *Micrococcus lysodeikticus* [7]. Об активности лизоцима судили по изменению светопропускания микробной взвеси под влиянием лизоцима исследуемой ткани по сравнению с показателем исходной микробной взвеси. Уровень активности выражали в условных величинах (процентах). Материал обрабатывали статистически.

Было установлено, что индекс сдвига лейкоцитов у калкана, выловленного в районе пос. Агой, составлял 0,3 (см. таблицу), что является сезонной нормой для половозрелых рыб [8]. Для рыб из района пос. В. Лоо он оказался выше 0,5 вследствие увеличения в составе белой крови относительного числа нейтрофилов, клеток, выполняющих в крови и других тканях фагоцитарную функцию. Соответственно, у этих экземпляров оказался повышен индекс нейтрофилы/лимфоциты. В составе нейтрофилов доля незрелых клеток была увеличена: индекс составлял 2,0 у рыб из района пос. В. Лоо против 1,1 у рыб из района пос. Агой. Индексы лимфоциты/гранулоциты оказались ниже у рыб из пос. В. Лоо (таблица).

Лейкоцитарные индексы камбалы калкан в нерестовый период 2011 г.

Районы отбора	Индексы			
	Сдвиг лейкоцитов	Нейтрофилы незрелые/зрелые	Нейтрофилы/лимфоциты	Лимфоциты/гранулоциты
Пос. В. Лоо	0,5	2,0	0,5	1,9
Пос. Агой	0,3	1,1	0,3	3,14

Содержание лизоцима наиболее высоким было в сыворотке крови и у отдельных особей варьировало в пределах 5–68 %. В ткани почки этот показатель составлял 1–6 %, причем установлено соответствие индивидуальных показателей сывороточного и тканевого лизоцима ($R = 0,82$, $p = 0,005$) (рисунок).



Индивидуальные колебания показателей клеточного и гуморального иммунитета калкана:
1–7 – рыбы из района пос. В. Лоо, 8–10 – рыбы из района пос. Агой

Выявлено различие в уровнях лизоцима у калкана из разных районов вылова. У рыб из района пос. В. Лоо содержание лизоцима в сыворотке крови составляло 45–68 %, в ткани почки – 5–6 %, тогда как у рыб из района пос. Агой количество лизоцима в крови не превышало 26 %, а в почке – 3 %. Наиболее высокие показатели лизоцима наблюдались у рыб, имеющих в составе гранулоцитов значительную долю незрелых (палочкоядерных) нейтрофилов ($R = 0,86$, $p = 0,005$).

Предположительно, высокие показатели лизоцима у экземпляров калкана из района пос. В. Лоо весной 2011 г. могли быть следствием стрессорной дестабилизации процессов гемопоза у рыб и выброса в кровяное русло незрелых нейтрофилов. Подобным образом реагирует система иммунитета на воздействие химикатов, негативный эффект которых не является очевидным. Например, острый токсикоз приводит к снижению содержания лизо-

цима в крови рыб, но при воздействии невысоких концентраций токсикантов в хроническом режиме происходит увеличение показателя (Soltani, Pourgholam, 2007). Источником стресса для нерестящегося калкана весной 2011 г., выловленного в районе пос. В. Лоо, могло явиться повышенное загрязнение среды обитания рыб жирорастворимыми антропогенными поллютантами пролонгированного действия. Так, установлено, что содержание в воде ПХБ (полихлорированных бифенилов) в этот период превысило предельно допустимые концентрации для морских водоемов (10 нг/л) [9] более чем в 5 раз и составило 56,5 нг/л. Содержание ХОП (хлорорганических пестицидов) составляло 5,2 нг/л (ПДК – 0,5 нг/л). В районе же пос. Агой эти показатели были на уровне 11,3 и 0,3 нг/л соответственно. В печени рыб, выловленных вблизи пос. В. Лоо, не были отмечены концентрации, превышающие допустимые (ДУ) или минимально допустимые уровни (МДУ). Однако содержание ХОП в этом органе было в 8 раз, ПХБ в 10 и более раз выше, а нефтяные углеводороды – в 2 раза выше, чем у рыб из района пос. Агой [10].

Таким образом, различие в показателях крови, выявленное у представителей двух локальных группировок, взрослого калкана в Черном море, вероятно, обусловлено их обитанием в местах с различным уровнем антропогенной нагрузки. Полученные данные свидетельствуют об информативности лизоцима сыворотки крови и почки в качестве неспецифического показателя гуморальной защиты у камбалы калкан, который может быть использован наряду с морфологическим анализом крови для характеристики функционального состояния рыб при меняющихся условиях среды обитания.

Список литературы

1. Козиненко И.И., Исаева Н.М., Балахнин И.А. Гуморальные факторы неспецифической защиты у рыб // *Вопр. ихтиологии.* –1999. Т. 39, № 3. – С. 394–400.
2. Микряков В.Р., Балабанова Л.В., Заботкина Е.А., Лапирова Т.Б., Попов А.В., Силкина Н.И. Реакция иммунной системы рыб на загрязнение воды токсикантами и закисление среды. – М.: Наука, 2001. – 126 с.
3. Goldstein I.M., Hoffstein S.T. and Weissmann G. Mechanisms of lysosomal enzyme release from human polymorphonuclear leucocytes // *J. Cell Biol.* – 1975. –V. 66. – P. 647–652.
4. Mock A., Peters G. Lysozyme activity in rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum), stressed by handling transport and water pollution // *J. Fish Biol.* – 1990. – V. 37. – P. 873–885.
5. Soltani M., Pourgholam R. Lysozyme activity of grass carp (*Ctenopharingodon idella*) following exposure to sublethal concentrations of organophosphate, diazinon // *J. Vet. Res.* – 2007. – V. 62, № 2. – P. 49–52.
6. Заботкина Е.А., Лапирова Т.Б., Назарова Е.А. Влияние ионов кадмия на некоторые морфофункциональные и иммунофизиологические показатели сеголеток речного окуня *Perca fluviatilis* (*Perciformes, Percidae*) // *Вопр. ихтиологии.* – 2009. – Т. 49, № 1. – С. 117–124.
7. Дорофейчук В.Г. Определение активности лизоцима нефелометрическим методом // *Лабораторное дело.* – 1968. – № 1. – С. 28–30.
8. Бойко Н.Е., Т.В. Стрижакова, О.А. Рудницкая, Л.П. Ружинская, и др. Материалы к характеристике функционального состояния черноморского калкана *Scophthalmus maeoticus maeoticus* в нерестовый период 2009–2010 гг. // *Вопр. рыболовства.* – 2013. – Т. 14, № 2(54). – С. 272–282.
9. Перечень предельно допустимых концентраций и ориентировочно безопасных уровней воздействия вредных веществ для воды рыбохозяйственных водоемов // *Нормативы качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативы предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения.* – М.: ВНИРО, 2011. – 257 с.

10. Корпакова И.Г. и др. Материалы по оценке уровня накопления антропогенных токсикантов (хлорорганические пестициды, полихлорированные бифенилы, тяжелые металлы, нефтепродукты) в промысловых рыбах и среде их обитания в водных объектах Азово-Черноморского бассейна, включая пресноводные водоемы, материалы оценки безопасности промысловых объектов по уровню накопления в них токсикантов: договор 9-01/2011 / рук. ФГУП «АзНИИРХ». – Ростов-на-Дону, 2012.

N. Boyko, L. Ruzhinskaya, O. Rudnitskaya, L. Korotkova
FSUE «AzNIIRKH», Rostov-on-Don, Russia

ANALYSIS OF NONSPECIFIC IMMUNE DEFENSE FACTORS IN THE BLACK SEA KALKAN

The paper presents the results of analysis of cellular (blood leukocytes) and humoral (blood lysozyme serum and kidney lysozyme) factors of nonspecific immune defense in the Black Sea Kalkan. In fish with expressed changes of the blood leukocyte composition, an increased serum and tissue lysozyme content is noted. A correlation is identified between the lysozyme level and the relative amount of blood immature granulocytes (neutrophils) characterizing the stress state of fish

Сведения об авторах: Бойко Наталья Евгеньевна, доктор биол. наук, ведущий научный сотрудник, e-mail: natalia.boyko@inbox.ru; Ружинская Людмила Петровна, старший научный сотрудник; Рудницкая Ольга Александровна, старший научный сотрудник; Короткова Лилия Ивановна, канд. биол. наук, старший научный сотрудник.

УДК 594.1(265.54.04)

Е.Э. Борисовец^{1,2}, Р.В. Власенко¹, Д.А. Соколенко¹, Ю.О. Незамутдинова²
¹ФГБНУ «ТИНРО-Центр», Владивосток, Россия
²ФГАОУ ВО «ДВФУ», Владивосток, Россия

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ И НЕКОТОРЫЕ ЧЕРТЫ БИОЛОГИИ *PROTOTHACA ADAMSII* (BIVALVIA, VENERIDAE) В ЗАЛИВЕ ПЕТРА ВЕЛИКОГО (ЯПОНСКОЕ МОРЕ)

*Представлено пространственное распределение *P. adamsii* в зал. Петра Великого, где основу ареала формируют два обширных поселения, занимающих значительные площади в Амурском (около 527 км²) и Уссурийском (341 км²) заливах. Приведены значения биомасс, особенности размерного и возрастного составов, а также характеристики группового роста. Поселению Амурского залива свойственны большие величины биомасс (2038,85 кг/км²), более крупные в среднем особи и высокие темпы роста. Самая старая особь (34 года) найдена в Уссурийском заливе.*

Двустворчатый закапывающийся моллюск *Protothaca (Protocallithaca) adamsii* (Reeve, 1863), ранее известный как каллитака, обитает в Японском и южной части Охотского моря. В российском секторе Японского моря встречается у берегов Приморского края и юго-западного Сахалина [1–3]. Опубликованные сведения по её биологии крайне скудны [3, 4]. *P. adamsii* регулярно регистрируется в ходе проведения ежегодных водолазных съемок на судах ТИНРО-Центра в прибрежных водах Приморья, как в зал. Петра Великого, так и за его пределами. По данным водолазных съемок в зал. Петра Великого она обитает на прибрежных акваториях у о. Путятина, в заливах Восток, Находка, Славянский и Амурский (западная часть), в бухтах Баклан, Нарва, Табунная и Суходол (рис. 1).

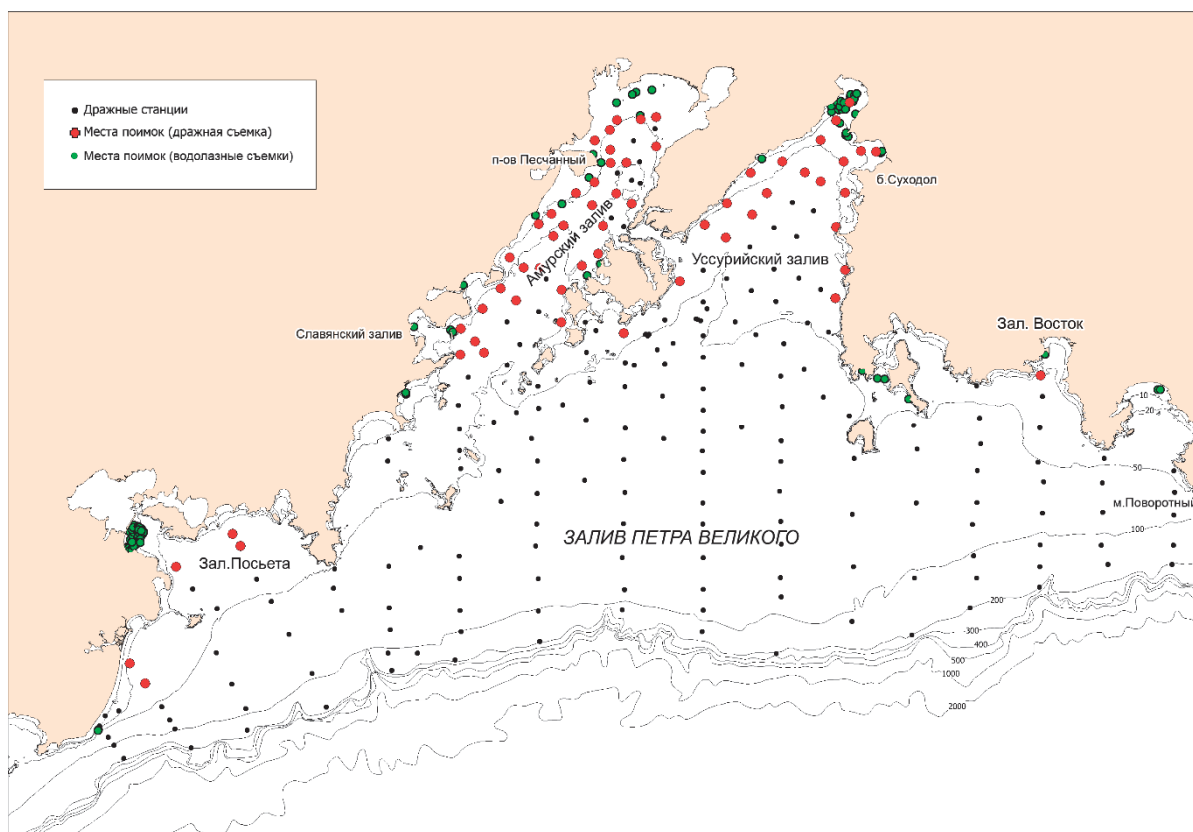


Рис. 1. Места поимок *P. adamsii* при проведении учетных водолазных и дражных работ

Наиболее часто в ходе выполнения работ вид отмечался в б. Рейд Паллада (зал. Посьета) и кутовой части Уссурийского залива (рис. 1).

При этом к северо-востоку от м. Поворотный (за пределами зал. Петра Великого) моллюск тяготеет к бухтам и заливам и практически не встречается у открытых берегов. Его поселения найдены в заливах Владимира и Ольги, в бухтах Успения и Киевка. Учетные водолазные работы давали основание предполагать, что *P. adamsii* формирует цепь локальных, относительно небольших по объему поселений.

В 2012 г. в зал. Петра Великого была выполнена тотальная дражная съемка, в ходе которой получены новые данные по биологии вида. Некоторые её результаты представлены в настоящей работе.

Исследования выполнены в летний период, с 28 мая по 17 июля 2012 г., на МРТК «Янтарь». Использовали драгу массой 450 кг с размером ячеи в кутце 40 мм и шириной входа 1,6 м. Время драгирования изменялось от 5 до 20 мин в зависимости от погодных условий, донного рельефа и характера грунтов. Пространственные характеристики процесса драгирования определены с помощью навигационной системы MaxSea с электронными картами С-Мар. Статистическая обработка выполнена в пакете STATISTICA. Пространственные вычисления проведены в ГИС MapInfo Professional с использованием электронных карт зал. Петра Великого. При построении карты распределения биомасс использована интерполяция методом естественного соседа (Natural Neighbour).

Как показали результаты дражной съемки, *P. adamsii* распространена по зал. Петра Великого гораздо шире, чем предполагалось нами ранее. Вид встречается не только в мелководных прибрежных районах Амурского залива, но и в его центральной, относительно глубоководной части. Заселяет кутовые, восточные и западные акватории Уссурийского залива. Моллюск отмечен в зал. Посьета, в зал. Восток и на самом юго-западном участке зал. Петра Великого (рис. 1). Основу ареала составляют два обширных поселения, одно из

которых расположено в Амурском, а другое в Уссурийском заливе, с примерными площадями соответственно 527 и 341 км² (рис. 2).

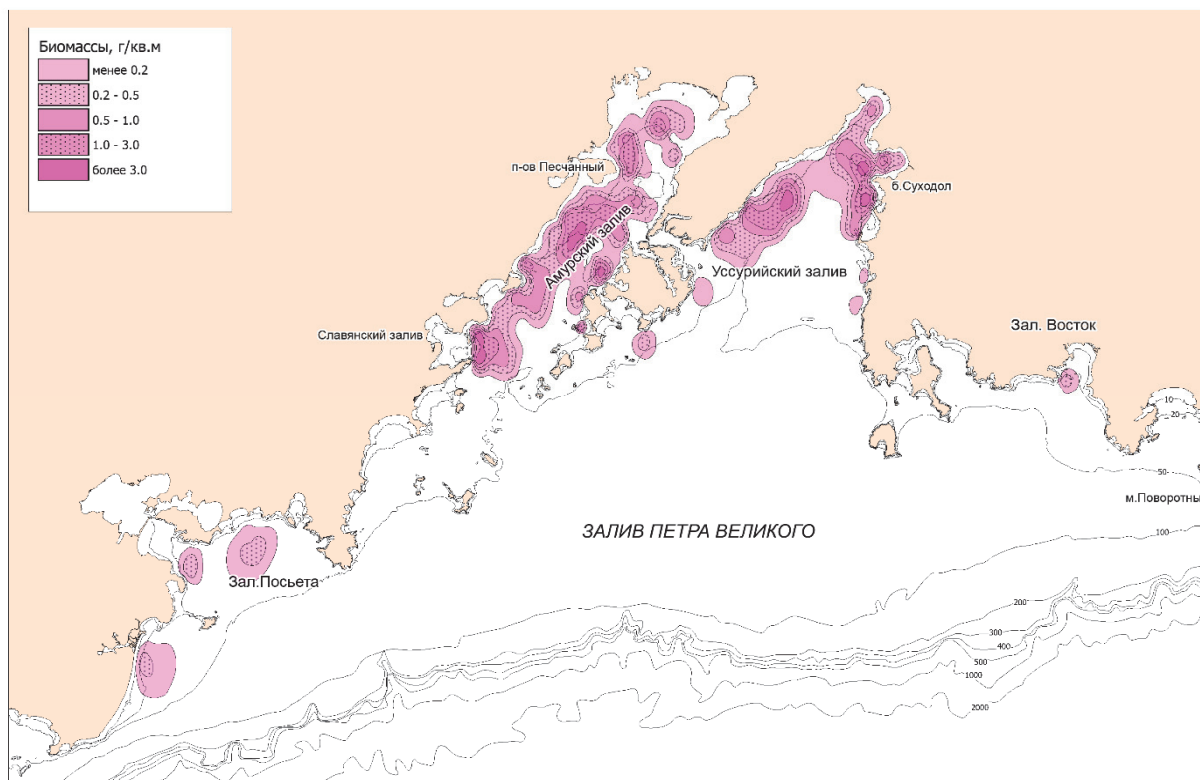


Рис. 2. Распределение биомассы (г/м²) *P. adamsii* в зал. Петра Великого

Южнее о. Русский живые особи данного вида были обнаружены на глубине 46 м, ранее максимальная зафиксированная глубина обитания составляла 35 м [5].

Наиболее плотные скопления (ядра) с биомассами более 1 тыс. т/км² отмечены в центральной части Амурского залива, южнее и севернее п-ова Песчаный, с западной стороны о. Русский, на выходе из зал. Славянский. В Уссурийском заливе участки с высокими значениями биомасс расположены в кутовой части, у западных берегов, а также с восточной стороны, на траверзе и южнее б. Суходол (рис. 2).

В целом по зал. Петра Великого показатели биомассы находятся в пределах 20,85–19593,17 кг/км² со средним значением 1728,19±420,85 и медианой 615,71 кг/км². В Амурском заливе значения данного показателя (среднее 2 038,85±654,79 кг/км²) заметно выше, чем в Уссурийском (1 655,80±613,48 кг/км²). Поскольку величина среднего арифметического существенно зависит от максимальных значений, здесь мы приводим также и медианы биомасс. По этим показателям также лидирует Амурский залив (табл. 1). Укажем, что при получении данных величин мы рассматривали только результативные драгирования, т.е. те, где был отмечен целевой вид.

Таблица 1
Статистические характеристики биомассы *P. adamsii* в зал. Петра Великого, кг/км²

Залив	Объем выборки	Среднее ± ошибка	Медиана	Мин.	Макс.	Станд. отклонение
Амурский	33	2 038,85±654,79	677,77	72,72	19 593,17	3 761,48
Уссурийский	21	1 655,80±613,48	381,03	61,91	10 027,77	2 811,34
Петра Великого	60	1 728,19±420,85	615,71	20,85	19 593,17	3 259,86

Наиболее полно, по данным дражной съемки, вид заселяет Амурский залив. Здесь он был встречен на 33 дражных станциях из выполненных 48, что составило 68,75 %. В Уссурийском заливе встречаемость составила 30 % (21 результативная станция из 70), а в целом по зал. Петра Великого этот показатель был равен 24,59 % (60 станций с объектом из 244). Таким образом, основываясь на градах долей встреч, используемых рядом авторов [6, 7], можно заключить, что в Амурском заливе *P. adamsii* является многочисленным видом, а в Уссурийском, как и в целом по всему зал. Петра Великого, – обычным.

В ходе проведения работ учтено и измерено 1205 особей *P. adamsii*. Массовые промеры выполнялись штангенциркулем с точностью до 1 мм по стандартной схеме. Размеры изученных животных изменялись от 19 до 80 мм, в среднем по всем исследованным акваториям составляя $58,63 \pm 0,25$ мм. Средняя длина раковины моллюсков из Амурского залива ($59,86 \pm 0,32$) была больше аналогичного показателя животных из Уссурийского ($57,14 \pm 0,37$) примерно на 2 мм. То же самое можно сказать и о наиболее крупных экземплярах из этих поселений (табл. 2).

Таблица 2

Размерные характеристики *P. adamsii* в зал. Петра Великого, мм

Залив	Объем выборки	Среднее \pm ошибка	Медиана	Мин.	Макс.	Станд. отклонение
Амурский	732	$59,86 \pm 0,32$	61	28	80	8,69
Уссурийский	440	$57,14 \pm 0,37$	58	19	78	7,78
Петра Великого	1205	$58,63 \pm 0,25$	59	19	80	8,53

Размерные составы поселений Амурского и Уссурийского заливов имеют общие черты (рис. 3). Мелкоразмерных особей (менее 40 мм) в обоих заливах зарегистрировано одинаково мало: 2,4 % в Амурском и 3,1 % в Уссурийском. Доля крупноразмерных моллюсков (свыше 70 мм), также достаточно невелика, но все же в Амурском заливе их более чем в три раза больше (11,1 %), чем в Уссурийском (3,2 %). Модальный класс в Амурском заливе 60–65 мм (26,9 %) также несколько больше, чем в Уссурийском 55–60 мм (29,7 %). Полигон распределения длины раковины поселения Амурского залива, начиная с размеров в 50 мм, в целом смещен правее соответствующего полигона Уссурийского залива. Таким образом, Амурский залив населяют более крупные моллюски. Согласно правилам рыболовства для Дальневосточного рыбохозяйственного бассейна промысловыми считаются особи *P. adamsii* (каллитакки), имеющие размеры не менее 50 мм [8]. Доля таких особей в Амурском заливе составила 88,2 %, в Уссурийском 87,6 %, т.е. поселения состоят почти полностью из промысловых особей. Доля непромысловых экземпляров составляет немногим больше 10 %.

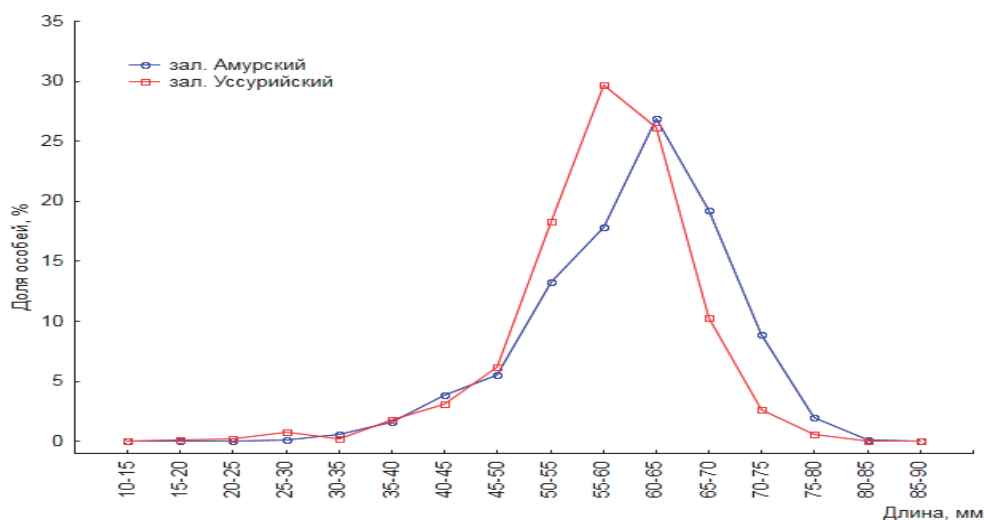


Рис. 3. Размерный состав *P. adamsii* в поселенях Амурского и Уссурийского заливов

Материал для изучения возраста и роста собран в 2014, 2015 гг. из дражных уловов на скоплениях вида в кутовых частях Амурского (28 живых особей) и Уссурийского (62 живые особи) заливов. При определении индивидуального возраста и роста моллюсков в качестве возрастных меток использовали ежегодно формирующиеся скульптурные элементы наружной поверхности раковины и соответствующие им зоны задержки роста, различимые на радиальном спице в наружном слое створки [9]. У моллюсков измеряли длину раковины в местах формирования каждой возрастной метки с точностью до 0,1 мм. Исследованная выборка Амурского залива состояла из особей с длиной раковины от 41,3 до 72,0 мм. В Уссурийском заливе исследовали особей с размерами от 29,0 до 69,0 мм. Возраст изученных особей из Амурского залива изменялся от 13 до 30 лет (средний возраст $19,21 \pm 0,70$), в то время как эти показатели для Уссурийского залива составляли 11–34 и $18,87 \pm 0,73$ года соответственно.

На рис. 4 представлен групповой рост особей *P. adamsii* из двух заливов. Отметим, что здесь мы не приводим данные по росту особей старше 21 года для Амурского и более 22 лет для Уссурийского заливов. Это объясняется недостаточным объемом материала для старшевозрастных моллюсков. Рост животных до восьмилетнего возраста идет практически одинаково в обоих поселениях. При этом он все же несколько быстрее у моллюсков, обитающих в Уссурийском заливе. К восьмилетнему возрасту средний размер особей в обоих заливах составляет 35,1 мм. Начиная с этого возраста отмечается расхождение в темпах роста, причем более быстрый рост характерен уже для Амурского залива. С увеличением возраста кривые группового роста все более расходятся. К двадцати годам разница в размерах одновозрастных моллюсков в среднем составляет примерно 7 мм. Промыслового размера (50 мм по длине раковины) *P. adamsii* в Амурском заливе достигает в среднем в 12,5 лет, а в Уссурийском в 14 лет.

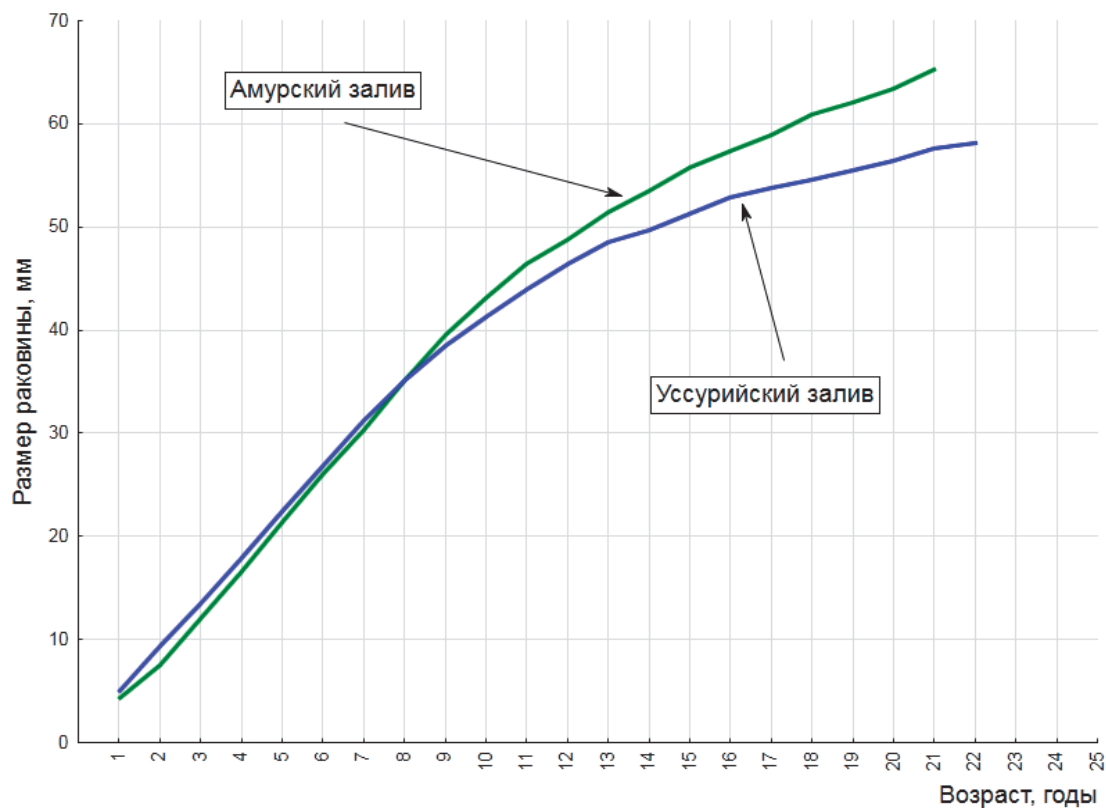


Рис. 4. Групповой рост *P. adamsii* в Амурском и Уссурийском заливах

Таким образом, поселение *P. adamsii* в Амурском заливе занимает большие площади, характеризуется высокими значениями биомассы, представлено более крупными особями

и демонстрирует более высокие скорости роста. Напротив, относительно мелкие особи и низкий темп роста характерны для моллюсков Уссурийского залива, здесь также была обнаружена самая старая особь (34 года). Вероятно, такая ситуация обусловлена различиями океанологического режима этих акваторий.

Список литературы

1. Скарлато О.А. Двустворчатые моллюски умеренных вод северо-западной части Тихого океана. – Л.: Наука, 1981. – 480 с.
2. Евсеев Г.А., Яковлев Ю.М. Двустворчатые моллюски дальневосточных морей. – Владивосток: ПК «Поликон», 2006. – 120 с.
3. Lutaenko K.A., Noseworthy R.G. Catalogue of the Living Bivalvia of the Continental Coast of the Sea of Japan (East Sea). – Vladivostok: Dalnauka, 2012. – 247 p.
4. Vlasenko R.V., Repina E.M., Sedova L.G., Sokolenko D.A. Recent state of commercial bivalves settlements at Primorye coast (Sea of Japan) // Materials of the International Scientific Conference, September 28–30 «Ecology of the marginal seas and their basins-2013», Vladivostok, Russia, 2013. – P. 352–358.
5. Атлас двустворчатых моллюсков дальневосточных морей России. – Владивосток: Дюма, 2000. – 167 с.
6. Шейко Б.Н., Федоров В.В. Класс Cephalaspidomorphi – Миноги. Класс Chondrichthyes – Хрящевые рыбы. Класс Holoccephali – Цельноголовые. Класс Osteichthyes – Костные рыбы. Каталог позвоночных Камчатки и сопредельных морских акваторий. – Петропавловск-Камчатский: Камчатский печатный двор, 2000. с. 7–69.
7. Тупоногов В.Н., Кодолов А.С. Полевой определитель промысловых и массовых видов рыб дальневосточных морей России. – Владивосток: Русский остров, 2014. – 336 с.
8. Приказ Минсельхоза России от 21.10.2013 № 385 (ред. от 19.12.2016) «Об утверждении правил рыболовства для Дальневосточного рыбохозяйственного бассейна» (зарегистрировано в Минюсте России 23.01.2014 – № 31100).
9. Золотарев В.Н. Склерохронология морских двустворчатых моллюсков / Ин-т биологии южных морей им. А.О. Ковалевского АН УССР. – Киев: Наук. думка, 1989. – 112 с.

E.E. Borisovets^{1,2}, R.V. Vlasenko¹, D.A. Sokolenko¹, Yu.O. Nezamutdinova²

¹ TINRO-Center, Vladivostok, Russia;

² Far Eastern Federal University, FEFU, Vladivostok, Russia

SPATIAL DISTRIBUTION AND SOME FEATURES OF BIOLOGY OF *PROTOTHACA ADAMSII* (BIVALVIA, VENERIDAE) IN THE PETER THE GREAT BAY (SEA OF JAPAN)

The spatial distribution of P. adamsii in the Peter the Great Bay is presented by two main settlements in the Amursky Bay (area is about 527 km²) and Ussuriyskiy Bay (341 km²). Settlements from the Amursky Bay has a high value of biomass (2038.85 kg / km²), larger size of mollusks and higher growth rates. The oldest specimen (34 years old) was found in the Ussuriyskiy Bay.

Сведения об авторе: Борисовец Евгений Эммануилович, заведующий лабораторией промысловых беспозвоночных и водорослей, e-mail: borisovets@tinro.ru.

Т.В. Булатова, Г.П. Ванюшин
ФГБНУ «ВНИРО», Москва, Россия

ТЕМПЕРАТУРНЫЕ УСЛОВИЯ 1998–2012 ГГ. В ЗОНАХ РАННЕГО ОНТОГЕНЕЗА СЕВЕРО-ВОСТОЧНОЙ АРКТИЧЕСКОЙ ТРЕСКИ – ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ НА ПРОМЫСЛОВОЕ ПОПОЛНЕНИЕ В ВОЗРАСТЕ 3+

*Представлены результаты анализа влияния температуры поверхности океана в зонах раннего онтогенеза северо-восточной арктической трески (*Gadus morhua*) в Норвежском и Баренцевом морях в период 1998–2012 гг. на численность промыслового пополнения трески в возрасте 3+ в период 2001–2015 гг.*

Введение

Спутниковый мониторинг температуры поверхности океана (ТПО) с современных метеорологических искусственных спутников Земли (серий NOAA) дает возможность оценивать температурные условия в зонах раннего онтогенеза северо-восточной арктической трески (*Gadus morhua*) в акваториях Норвежского и Баренцева морей [1].

Спутниковая информация позволяет составлять карты распределения ТПО различной временной дискретности для оценки температурных условий в динамике синоптических, месячных, сезонных и годовых масштабов. Непрерывный температурный мониторинг акваторий, связанных с важными этапами жизненного цикла северо-восточной арктической трески, позволил накопить значительный объем информации о динамике температурных условий начиная с 1998 г. по настоящее время. В данной работе представлены результаты анализа распределения ТПО в выделенных зонах раннего онтогенеза трески в период май–октябрь 1998–2012 гг. с целью оценки их влияния на формирование численности промыслового пополнения трески в возрасте 3+. Сравнение показателей ТПО в районах раннего онтогенеза трески в период с мая (после завершения основного нереста) по октябрь (опускание личинок в придонные слои) [2] с фактической оценкой численности пополнения трески в возрасте 3+ (через три года после нереста) позволяет выявить степень влияния (прямого или косвенного) температурных условий на развитие и выживание икры, личинок и молоди.

Материал и методика

В работе использовались материалы ежесуточной инфракрасной съемки в цифровом виде с метеорологических искусственных спутников Земли серий “NOAA”. Мониторинг динамики ТПО в зонах раннего онтогенеза северо-восточной арктической трески (акватории Норвежского и Баренцева морей) проводился в 3 выделенных зонах начиная с 1998 г. (рис. 1). Это Западно-Шпицбергенская (зона 1), Медвежинско-Шпицбергенская, или Нордкапская (зона 2), и Мурманско-Новоземельская (зона 3) зоны [1, 2].

Для обработки спутниковых данных при восстановлении температуры моря использовалась 5-канальная методика обработки материалов съемки. В целях верификации спутниковых данных применялись квазисинхронные измерения ТПО с судов и буев, поступающие из Центра мировых данных (г. Москва) [3].

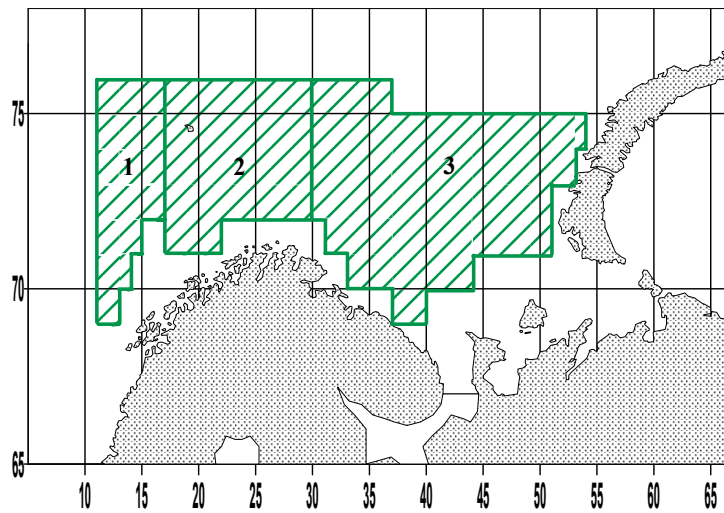


Рис. 1. Зоны раннего онтогенеза северо-восточной арктической трески: 1 – Западно-Шпицбергенская, 2 – Медвежинско-Шпицбергенская, или Нордкапская, 3 – Мурманско-Новоземельская

На основе вышеперечисленных материалов создавались карты ТПО исследуемых акваторий недельной дискретности (рис. 2), которые в дальнейшем использовались как базис для построения карт месячного и сезонного распределения ТПО (рис. 3, 4). В данной работе анализировались картографические материалы за период 1998–2012 гг.

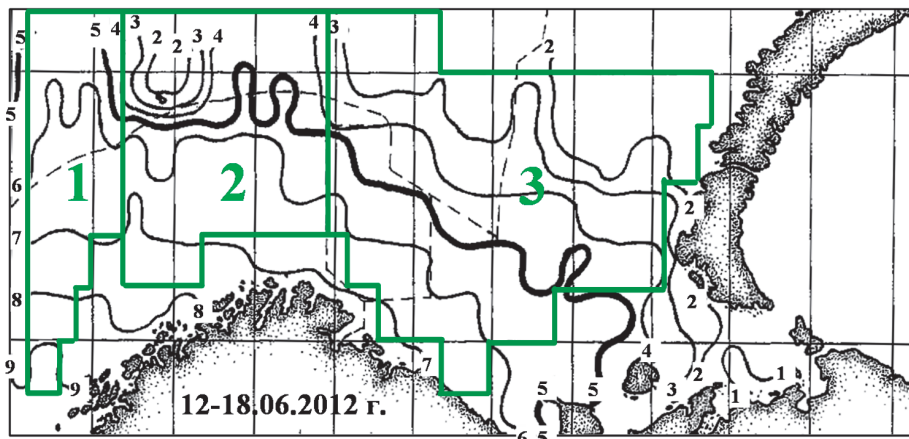


Рис. 2. Пример недельной карты ТПО Баренцева моря и прилегающих акваторий – района прохождения стадий раннего онтогенеза северо-восточной арктической трески (12–18.06.2012 г.)

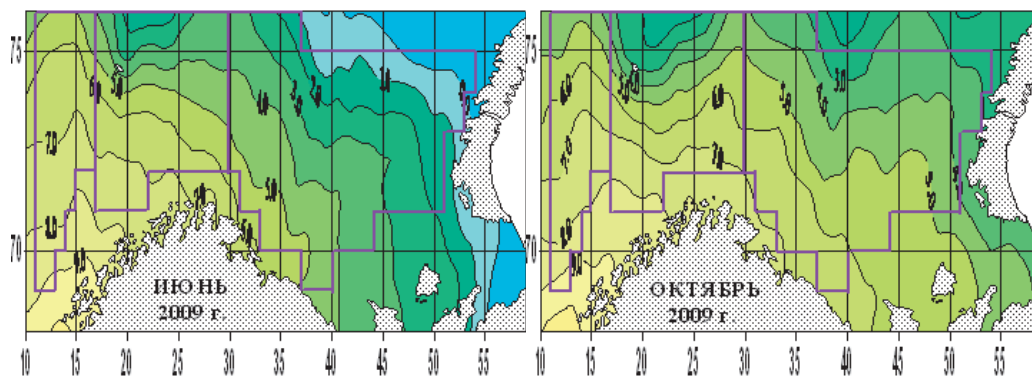


Рис. 3. Примеры карт среднемесячного распределения ТПО в зонах раннего онтогенеза трески

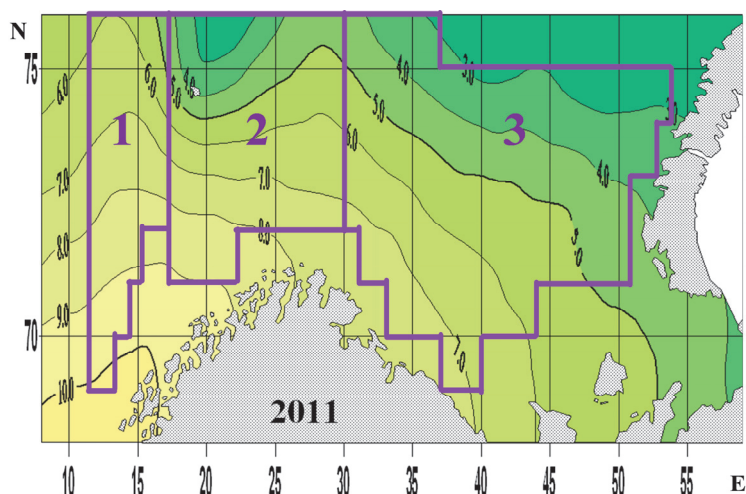


Рис. 4. Пример карт сезонного распределения ТПО в акваториях Норвежского и Баренцева морей за период май–октябрь (2011 г.)

Затем, используя карты распределения ТПО соответствующей дискретности, рассчитывали средние значения ТПО в цифре (по одноградусным квадратам) для каждой выделенной зоны за оптимальный для прохождения стадий жизненного цикла трески период времени: май–октябрь – для зон 1 и 2, июнь–октябрь – для зоны 3.

В дальнейшем проводился сравнительный анализ между значениями ТПО в зонах раннего онтогенеза трески за период 1998–2012 гг. и данными об ее промысловом пополнении за период 2001–2015 гг. (с временным сдвигом в 3 года). Данные об урожайности поколений трески в возрасте 3+ взяты из отчетов рабочей группы ИКЕС по арктическому рыболовству [4].

Результаты и обсуждение

Анализ распределения среднесезонных значений ТПО (табл. 1) в зонах раннего онтогенеза трески показывает, что ход изменений ТПО во всех трех районах в рассматриваемый период в основном синхронизирован (рис. 5). Самые низкие значения ТПО составляли: для Западно-Шпицбергенской зоны 6,12 °С (2001 г.), для Нордкапской зоны 5,21 °С (2001 г.), для Мурманско-Новоземельской зоны 4,60 °С (2010 г.). Самые высокие значения ТПО наблюдались: в Западно-Шпицбергенской зоне – в 2006, 2009 и 2011 гг. (7,46 °С), в Нордкапской зоне – в 2006 г. (6,24 °С), в Мурманско-Новоземельской зоне – в 2004, 2007 и 2011 гг. (5,70 °С).

Таблица 1

Среднесезонные значения ТПО в зонах раннего онтогенеза трески в период май–октябрь 1998–2012 гг. (Западно-Шпицбергенская и Нордкапская зоны) и июнь–октябрь 1998–2012 гг. (Мурманско-Новоземельская зона)

	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Западно-Шпицбергенская зона (май–октябрь)	6,92	6,68	6,39	6,12	7,04	7,00	7,20	6,90
Нордкапская зона (май–октябрь)	5,56	5,51	5,33	5,21	5,76	5,38	6,20	5,76
Мурманско-Новоземельская зона (июнь–октябрь)	4,37	4,61	5,24	4,88	4,97	4,68	5,70	5,51
	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	
Западно-Шпицбергенская зона (май–октябрь)	7,46	7,06	6,94	7,46	7,15	7,46	7,03	
Нордкапская зона (май–октябрь)	6,24	6,00	5,34	5,65	5,63	5,86	5,74	
Мурманско-Новоземельская зона (июнь–октябрь)	5,67	5,70	4,82	4,91	4,60	5,70	5,65	

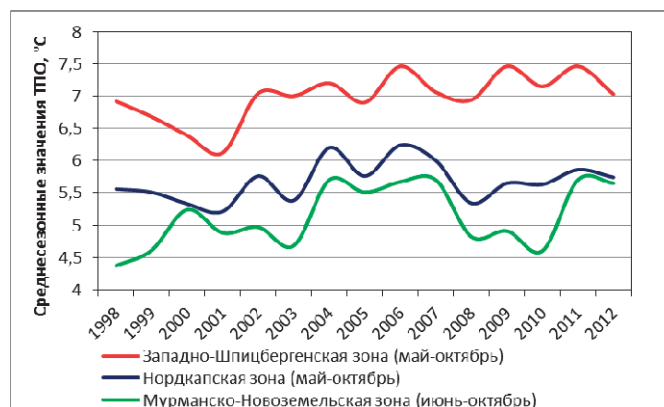


Рис. 5. Среднесезонные значения ТПО в зонах раннего онтогенеза

С целью определения района, наиболее значимого для развития трески в первый год жизни, на основе полученных результатов был произведен сравнительный корреляционный анализ среднесезонных значений ТПО для каждой зоны раннего онтогенеза трески с данными о численности промыслового пополнения трески в возрасте 3+. Результаты анализа представлены на рис. 6.

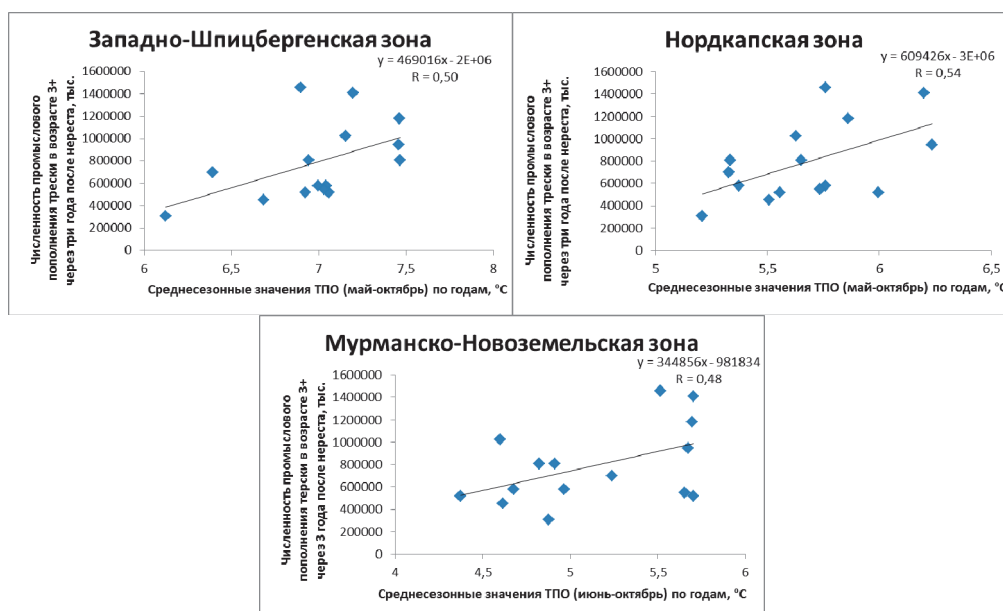


Рис. 6. Сопоставление данных о среднесезонном распределении ТПО в зонах раннего онтогенеза трески в 1998–2012 гг. с численностью промыслового пополнения трески в возрасте 3+ в 2001–2015 гг.

Анализ полученных закономерностей показывает, что для всех трех зон наблюдалась положительная корреляция между исследуемыми параметрами – высоким среднесезонным показателем ТПО в период раннего онтогенеза 1998–2012 гг. в основном соответствовали высокие значения численности промыслового пополнения трески в возрасте 3+ (2001–2015 гг.). Коэффициенты корреляции были высоки и имели сходные значения: +0,50 для Западно-Шпицбергенской зоны, +0,54 для Нордкапской зоны и для +0,48 Мурманско-Новоземельской зоны.

Очевидно, что в рассматриваемый период времени (1998–2012 гг.) ни одна из трех зон раннего онтогенеза не играла доминирующей роли в процессе выживания и развития трески в начальный период первого года ее жизни.

В связи с этим была произведена оценка влияния температурных условий в целом всех трех зон раннего онтогенеза трески в период 1998–2012 гг. на будущую численность промыслового пополнения в возрасте 3+ в 2001–2015 гг. Полученные результаты представлены в табл. 2 и на рис. 7.

Таблица 2

Среднесезонные значения ТПО, осредненные для всех трех зон раннего онтогенеза трески

Годы	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Среднесезонные значения ТПО, осредненные для всех трех зон	5,62	5,60	5,65	5,40	5,92	5,69	6,37	6,06
Годы	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	
Среднесезонные значения ТПО, осредненные для всех трех зон	6,46	6,25	5,70	6,01	5,79	6,34	6,14	

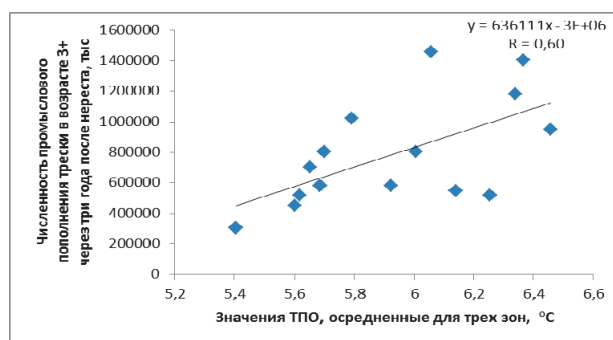


Рис. 7. Сопоставление среднесезонных значений ТПО (1998–2012 гг.), осредненных для всех трех зон раннего онтогенеза трески с численностью промыслового пополнения трески в возрасте 3+ (2001–2015 гг.)

Коэффициент корреляции между среднесезонными значениями ТПО, осредненными для всех трех зон раннего онтогенеза, составил значение +0,6, что несколько превышает соответствующие показатели для всех зон по отдельности. Исходя из этого можно сделать вывод, что в период 1998–2012 гг. для успешного выживания и развития трески в первый год жизни важен общий уровень теплосодержания в зонах раннего онтогенеза, и, следовательно, для оценки степени влияния температурных условий данных акваторий на численность промыслового пополнения трески в возрасте 3+ более репрезентативно использовать общие осредненные данные о распределении ТПО во всех 3 зонах.

Заключение

В результате анализа распределения ТПО в зонах раннего онтогенеза северо-восточной арктической трески в период май–октябрь 1998–2012 гг. выявлена значительная синхронность динамики ТПО во всех трех зонах.

Сравнительный анализ распределения ТПО в зонах раннего онтогенеза северо-восточной арктической трески в период май–октябрь 1998–2012 гг. и численности промыслового пополнения трески в возрасте 3+ в 2001–2015 гг. показал наличие прямой линейной зависимости между этими параметрами.

В исследуемый период времени для успешного выживания и развития трески в первый год жизни был важен общий уровень теплосодержания в районах раннего онтогенеза, особенности распределения ТПО в отдельных зонах имели второстепенное значение.

Спутниковый мониторинг температурных условий и составленные на его основе карты ТПО создают дополнительный информационный ресурс для повышения надежности рыбопромыслового прогнозирования, давая возможность проводить оценку влияния температурных параметров на будущую численность северо-восточной арктической трески в возрасте 3+.

Список литературы

1. Спутниковый мониторинг температурных условий Баренцева и Норвежского морей как постоянный информационный ресурс при разработке прогноза урожайности поколений северо-восточной арктической трески *Gadus morhua* / Ванюшин Г.П., Котенев Б.Н., Борисов В.М., Кружалов М.Ю., Булатова Т.В., Трошков А.А. – М.: Изд-во ВНИРО, 2008. – 26 с.
2. Треска Баренцева моря: биология и промысел. – Изд 2-е / Бойцов В.Д., Лебедь Н.И., Пономаренко В.П., Пономаренко И.Я., Терещенко В.В., Третьяк В.Л., Шевелев М.С., Ярагина Н.А. – Мурманск: Пинро, 2003. – 296 с.
3. Спутниковый мониторинг температурных условий промысловых районов Мирового океана: программа ВНИРО / Ванюшин Г.П., Котенев Б.Н., Кружалов М.Ю., Трошков А.А., Барканова Т.Б., Булатова Т.В., Царева В.А., Коробочка А.А., Марков С.Н. – М.: Изд-во ВНИРО, 2005. – 48 с.
4. Anon. ICES. Reports of the Arctic Fisheries Working Group (AFWG). ICES CM /ACOM:05.

T.V. Bulatova, G.P. Vanyushin
Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography (VNIRO),
Moscow, Russia

TEMPERATURE CONDITIONS 1998–2012 IN THE AREAS OF EARLY ONTOGENESIS OF NORTHEAST ARCTIC COD – THE ASSESSMENT OF IMPACT ON RECRUITMENT AT THE AGE OF 3+

*The paper presents the results of the analysis of the influence of sea surface temperature in areas of the early ontogenesis of northeast Arctic cod (*Gadus morhua*) in the Norwegian and Barents seas in the period of 1998–2012 on the number of cod's at age 3+ in the period 2001–2015.*

Сведения об авторах: Булатова Татьяна Валерьевна, научный сотрудник; Ванюшин Георгий Петрович, канд. геогр. наук, руководитель группы.

УДК 576.8

О.Ю. Бусарова, В.В. Федосеева
ФГБОУ ВО «Дальрыбвтуз», Владивосток, Россия

О ПАРАЗИТОФАУНЕ МОЛОДИ МАЛЬМЫ *SALVELINUS MALMA* РЕКИ АВАЧА НА КАМЧАТКЕ

*Проведен эколого-фаунистический анализ паразитофауны гольца *Salvelinus malma* р. Авача на Камчатке. Исследовано 27 экз. рыб методом полного паразитологического вскрытия. У рыб обнаружено 11 видов паразитов, относящихся к 6 классам: Cestoidea, Trematoda, Nematoda, Palaeacanthocephala, Mxosporidia, Monogenea.*

Голец *Salvelinus malma* относится к отряду лососеобразных, семейству лососевых. На Камчатке мальма распространена повсеместно и представлена наибольшим разнообразием экологических вариаций. Она образует проходные и жилые, озерные и речные формы. Гольцы являются объектом любительского и спортивного рыболовства, обладают высокой пищевой и ценностью. Поэтому информация об их паразитах имеет большое значение. Также паразиты могут служить надежными индикаторами экологических особенностей

рыб, таких как питание и миграции. На сегодняшний день паразитофауна мальмы на Камчатке изучена достаточно полно лишь в нескольких озерах: Азабачье, Кроноцкое, Дальнее, Ушки и др. [3, 5, 6]. Сведения о паразитах и экологии мальмы из других водоемов Камчатки и особенно рек недостаточны и носят фрагментарный характер [4, 5].

В связи с этим целью нашей работы являлось проведение экологического анализа паразитофауны мальмы р. Авача на Камчатке.

Материалом для работы послужили результаты полных паразитологических вскрытий 27 экз. молоди мальмы р. Авача. Длина рыб составила от 10,6 до 15,8 см, масса рыб – от 9,35 до 34,75 г. Изучение рыб проводилось в период с 15 октября до 4 декабря 2015 г. Вскрытие рыб и камеральная обработка проводились по общепринятой методике [8]. Видовую принадлежность паразитов определяли с помощью «Определителя паразитов пресноводных рыб» [10, 11]. В качестве показателей зараженности для каждого вида паразитов использовали: экстенсивность инвазии (ЭИ), интенсивность инвазии (ИИ), индекс обилия паразитов (ИО). Река Авача расположена в юго-восточной части п-ова Камчатка, она берет начало из Верхне-Авачинских озер и впадает в Авачинскую бухту Тихого океана. Протяжённость реки составляет 122 км, площадь бассейна – 5090 км², река имеет высшую рыбохозяйственную категорию и является местом обитания и воспроизводства тихоокеанских лососей [2].

У исследуемых рыб обнаружено 11 видов паразитов, относящихся к 6 классам: Cestoidea, Trematoda, Nematoda, Palaecanthocephala, Mухosporidia, Monogenea (таблица).

Миксоспоридии в наших сборах представлены тремя видами. Споры *Chloromyxum wardi* Kudo, 1919 локализовались в желчном пузыре, *Myxidium salvelini* Konovalov et Schulman, 1966 – в мочевом пузыре, *Myxobolus arcticus* Pugatshev et Khokhlov, 1979 – в ткани продолговатого мозга рыб. Жизненный цикл миксоспоридий протекает при участии definitivoных хозяев – кольчатых червей (и, возможно, других групп беспозвоночных) и промежуточных хозяев – рыб (реже других позвоночных) [18].

Моногенеи *Gyrodactylus birmani* Konovalov, 1967 локализовались преимущественно на парных плавниках и реже – на жабрах рыб. Развитие моногеней протекает без участия промежуточных хозяев.

Трематоды в наших сборах представлены двумя видами: *Crepidostomum farionis* (Muller, 1874) и не определенными до вида метацеркариями рода *Diplostomum* Nordmann, 1832. Окончательные хозяева *C. farionis* – лососевые (реже другие) рыбы, первые промежуточные хозяева – двустворчатые моллюски рода *Pisidium* [15] (на Камчатке – это *Sphaeriidae* и *Euglesiidae* [12]), вторые промежуточные хозяева – личинки поденок [16]. Дифинитивные хозяева диплостомид – чайковые птицы, первые промежуточные хозяева – моллюски рода *Lymnaea*, вторые промежуточные хозяева – рыбы [12].

Паразитофауна мальмы *Salvelinus malma* р. Авача (Камчатка)

Вид паразита	ЭИ,%	ИИср, экз.	ИО
<i>Chloromyxum wardi</i>	7,4	0	0
<i>Myxobolus arcticus</i>	37	0	0
<i>Myxidium salvelin</i>	14,8	0	0
<i>Gyrodactylus birmani</i>	70,4	4,0	2,8
<i>Diplostomum</i> sp.	11,1	4,5	0,3
<i>Crepidostomum farionis</i>	11,1	1,0	0,1
<i>Proteocephalus longicollis</i>	11,1	3,0	0,3
<i>Salmonema ephemeridarum</i>	62,9	7,8	4,9
<i>Cucullanus truttae</i>	59,3	3,9	2,3
<i>Anisakis simplex</i>	7,4	2,0	0,1
<i>Neoechinorhynchus salmonis</i>	7,4	1,0	0,1

Proteocephalus longicollis (Zeder, 1800) – единственный вид цестод, обнаруженный нами у молоди мальмы р. Авача. Дефинитивные хозяева *P. longicollis* – различные виды рыб, промежуточные хозяева – циклопы и диаптомусы, резервуарные хозяева – хищные рыбы [1].

Нематоды в наших сборах представлены 3 видами: *Salmonema ephemeridarum* (Linstow, 1872), *Cucullanus truttae* (Fabricius, 1794) и *Anisakis simplex* (Rudolphi, 1809). Для *S. ephemeridarum* лососевые рыбы выступают в качестве дефинитивных хозяев [14], промежуточные хозяева – личинки поденок [17], паратенические хозяева – нехищные рыбы, постциклические хозяева – хищные рыбы [14]. Лососевые, реже другие рыбы, и миноги являются дефинитивными хозяевами *C. truttae* – возможно участие паратенических и постциклических хозяев [14, 17]. Жизненный цикл паразита может быть как прямым [13], так и с участием промежуточных хозяев – личинок миног [17]. *Anisakis simplex* использует рыб (а также кальмаров) в качестве паратенических хозяев [17], их основные хозяева – морские млекопитающие, промежуточные хозяева – преимущественно морские ракообразные родов *Euphasia* и *Thysanoessa* [14].

Единственный вид скребней в наших сборах – *Neoechinorhynchus salmonis* Ching, 1984. Основные хозяева *N. salmonis* – лососеобразные рыбы, единственный промежуточный хозяин – плавающая остракода *Cypria kolyomensis* [9].

Характерной особенностью заражения мальмы р. Авача паразитами является их очень низкая степень инвазии – максимальный индекс обилия 4,9. Такое заражение вполне характерно для речных и ручьевых гольцов Камчатки [7].

Наиболее сильно рыбы заражены такими паразитами, как *Salvelinema ephemeridarum* (ИО = 4,9), *Gyrodactylus birmani* (ИО = 2,8) и *Cucullanus truttae* (ИО = 2,3). Наиболее редко у мальмы встречались *Anisakis simplex* (ЭИ = 7,4 %; ИО = 0,1), *Neoechinorhynchus salmonis* (ЭИ = 7,4 %; ИО = 0,1) и *Zschokkella orientalis* (ЭИ = 7,4 %).

Данные о паразитофауне мальмы р. Авача косвенно свидетельствуют о её преимущественно бентосном типе питания. Эти рыбы контактируют с олигохетами и полихетами, а также моллюсками. Планктон незначительно встречается в их рационе. Такие данные вполне подтверждаются составом содержимого желудков мальмы р. Авача. Желудки рыб содержали преимущественно личинок амфибиотических насекомых.

Благодарим кандидатов биологических наук Е.В. Есина (ВНИРО) и Г.М. Маркевича (Кроноцкий государственный заповедник) за любезно предоставленный ихтиологический материал.

Список литературы

1. Аникиева Л.В., Малахова Р.П., Иешко Е.П. Экологический анализ паразитов сиговых рыб. – Л.: Наука, 1983. – 167 с.
2. Бонк А.А. Характеристика пресноводных водоемов Камчатки: учеб.-справ. пособие. – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, Всемирный фонд дикой природы (WWF), 2015. – С. 19–21.
3. Бусарова О.Ю., Кнудсен Р., Маркевич Г.Н. Паразитофауна гольцов (*Salvelinus*) озера Кроноцкого, Камчатка // Паразитология. – 2016. – Т. 50, вып. 6. – С. 409–425.
4. Бусарова О.Ю., Есин Е.В. Возможные причины обеднения паразитофауны мальмы р. Фальшивая, Камчатка // Паразитология. – 2017. В печ.
5. Буторина Т.Е., Пугачев О.Н., Хохлов П.П. Некоторые вопросы экологии и зоогеографии гольцов рода *Salvelinus* тихоокеанского бассейна // Популяционная биология и систематика лососевых. – Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1980. – С. 82–95.

6. Буторина Т.Е., Бусарова О.Ю., Ермоленко А.В. Паразиты гольцов (*Salmonidae*: *Salvelinus*) Голарктики. – Владивосток: Дальнаука, 2011. – С. 5–6.
7. Буторина Т.Е., Бусарова О.Ю., Ермоленко А.В. Паразиты гольцов (*Salmonidae*: *Salvelinus*) Голарктики. – Владивосток: Дальнаука, 2011. – С. 21–22.
8. Быховская-Павловская И.Е. Паразиты рыб. Руководство по изучению. – Л.: Наука, 1985. – 121 с.
9. Михайлова Е.И. Скребни рода *Neoechinorhynchus* (Acanthocephales: Neoechinorhynchidae) северо-восточной Азии (таксономия, зоогеография, экология): автореф. дис. ... канд. биол. наук. – СПб., 2015. – 22 с.
10. Определитель паразитов пресноводных рыб фауны СССР. Т. 1. Паразитические простейшие. – Л.: Наука, 1984. – 428 с.
11. Определитель паразитов пресноводных рыб фауны СССР. Т. 3. Паразитические многоклеточные (Вторая часть). – Л.: Наука, 1987. – 583 с.
12. Прозорова Л.А., Шедько М.Б. Моллюски озера Азабачье (Камчатка) и их биоэкологическое значение / Токранов А.М. (ред.) // Тр. Камчатского филиала ТИГ ДВО РАН. – Петропавловск-Камчатский: Камчат. печат. двор. кн. изд-во, 2003. – Вып. 4. – С. 120–151.
13. Пугачев О.Н. Нематоды пресноводных рыб Северо-Востока Азии / Скарлато О.А. (ред.) // Эколого-географические исследования нематод. – Л.: Зоол. ин-т АН СССР, 1984. – С. 10–19.
14. Пугачев О.Н. Каталог паразитов пресноводных рыб Северной Азии. Нематоды, скребни, пиявки, моллюски, ракообразные, клещи. – СПб.: Зоол. ин-т РАН, 2004. – Т. 304. – 250 с.
15. Awachie J.B.E. On the bionomics of *Crepidostomum metoecus* (Braun, 1900) and *Crepidostomum farionis* (Müller, 1784) (Trematoda, Allocreadiidae) // Parasitology. – 1968. – Vol. 58, № 2. – P. 307–325.
16. Crawford W.W. Colorado trematodes studies. I. A further contribution to the life history of *Crepidostomum farionis* (Muller) // Journal of Parasitology. – 1943. – Vol. 29, № 6. – P. 379–384.
17. Moravec F. Parasitic nematodes of freshwater fishes of Europe. – Praga, 1994. – 467 p.
18. Okamura B., Gruhl A., Bartholomew J. L. Myxozoan evolution, ecology and development. – Springer, 2015. – 441 p.

O.Yu. Busarova, V.V. Fedoseeva
Dalrybvtuz, Vladivostok, Russia

ABOUT PARASITES FAUNA OF THE RIVER AVACHA JUVENILE CHARRS (*SALVELINUS MALMA*), KAMCHATKA

Spend eco-faunistic analysis parasitofauna Salvelinus malma river Avacha on the Kamchatka. Investigation 27 fish complete parasitological of dissection method. We found 11 species of parasites in fish. On the basis of parasitological data of the identified ecological features of the river malma in river Avacha.

Сведения об авторах: Бусарова Олеся Юрьевна, канд. биол. наук, доцент кафедры «Экология и природопользование», e-mail: olesyabusarova@mail.ru; Федосеева Валерия Владимировна, магистрант кафедры «Экология и природопользование», ЭПМ-112, e-mail: Valeriya0102@yandex.ru.

А.В. Войкина, В.Ф. Кузина, С.Г. Сергеева, М.А. Цыбульская, Л.А. Бугаев
ФГБНУ «Азовский НИИ рыбного хозяйства», Ростов-на-Дону, Россия

ФИЗИОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ЧЕРНОМОРСКО-АЗОВСКОЙ ПРОХОДНОЙ СЕЛЬДИ *ALOSA IMMACULATE* (BENNETT) В 2016 г.

Проведено исследование по оценке физиологического состояния черноморско-азовской проходной сельди в преднерестовый период 2016 г. Полученные данные свидетельствуют о недостаточной подготовленности производителей сельди к нересту в 2016 г. Содержание трофических веществ в тканях рыб было ниже среднемноголетних значений.

Черноморско-азовская проходная сельдь *Alosa immaculate* практически единственный промысловый вид рыб Азово-Черноморского бассейна, восстановивший в первом десятилетии XXI в. промысловый запас за счет только естественного воспроизводства в р. Дон [1]. Характерной особенностью черноморско-азовской проходной сельди является смена среды обитания. Размножение и начальные стадии развития молоди происходят в пресной воде р. Дон, а основной нагул и зимовка – в водах разной солености Азовского и Черного морей. Пополнение стада сельди происходит только за счет естественного нереста, эффективность которого существенно снизилась после зарегулирования р. Дон. Начиная с 2001 г. численность популяции сельди неуклонно увеличивалась, что позволило возобновить ее промысел с 2005 г. после продолжительного запрета в 1998–2004 гг. Это обусловило необходимость продолжения исследований по оценке физиологического состояния производителей в период нерестовой миграции и всей популяции в период нагула в целях уточнения прогнозов возможного вылова [2].

Целью работы являлась оценка физиолого-биохимического состояния черноморско-азовской проходной сельди в преднерестовый период 2016 г. Материалом для проведения исследований служили производители сельди, отловленные в р. Дон и Ясенском заливе Азовского моря. Оценка состояния производилась по степени зрелости и состоянию гонад, содержанию резервных и лабильных веществ в тканях рыб [3, 4].

Как правило, основным показателем готовности рыб к нересту является уровень трофических веществ (белка и жира) в мышцах, гонадах и печени. Он формируется в период нагула в Азовском море после нереста и поддерживается в период зимовки за счет потребления основного кормового объекта – азовской хамсы. В 2015–2016 гг. по климатическим условиям основной район зимовки азовской хамсы сместился в юго-восточную часть Черного моря в воды Абхазии. В этот период существенно увеличилась промысловая нагрузка на стадо азовской хамсы. Впервые в текущем столетии был полностью освоен рекомендованный объем вылова азовской хамсы (60 тыс. т из 240 тыс. т промыслового запаса). Указанные выше обстоятельства обусловили повышенные энергетические траты сельди за счет разрозненности активным промыслом кормовой базы сельди – стада азовской хамсы и, соответственно, удлинения миграционного пути.

Обследованная выборка производителей сельди из Ясенского залива Азовского моря была представлена самками в возрасте 4 лет. Индекс гонад у самок был высокий и составлял $9,17 \pm 2,75$ %, ооциты были IV стадии зрелости без аномалий развития. Содержание жира в мышцах было ниже среднемноголетних значений и составляло $37,5 \pm 8,0$ %. В печени и гонадах содержание жира находилось на оптимальном уровне. Содержание белка в мышцах составляло $192,0 \pm 17,5$ мг/г, в гонадах – $168,0 \pm 5,6$ мг/г, что выше нормы для рыб в исследуемый период. В печени содержание белка было ниже среднемноголетних значений. Коэффициент упитанности у самок составлял $1,50 \pm 0,11$ (табл. 1).

Таблица 1

Показатели физиологического состояния черноморско-азовской проходной сельди из Ясенского залива в преднерестовый период 2016 г.

Показатели		Самки	
		2016 г.	Средне многолетние значения
Длина, см		20,1±1,7	19,3±0,4
Масса, г		124,8±33,8	106±6
Коэффициент упитанности		1,50±0,11	1,36±0,01
Индекс гонад, %		9,17±2,75	-
Индекс печени, %		1,09±0,41	-
Белок, мг/г	мышцы	192,0±17,5	158,2±3,0
	гонады	168,0±5,6	154,9±2,9
	печень	128,0±3,2	146,1±2,7
Влага, %	мышцы	62,1±1,0	61,5±0,9
	гонады	72,0±0,8	75,0±1,1
	печень	65,2±2,3	75,1±1,0
Жир, %	мышцы	37,5±8,0	54,6±1,1
	гонады	9,0±0,5	11,9±0,6
	печень	28,5±1,2	29,7±1,2

Обследованная выборка производителей сельди из р. Дон была представлена самками и самцами в возрасте 2–3 лет. Гонады младшевозрастных рыб были менее зрелыми (III–IV стадия), чем гонады рыб 4-летнего возраста из Ясенского залива Азовского моря. Индекс гонад у самок составлял 5,35±0,05 %. Содержание белка в тканях у самок и самцов было ниже средне многолетних значений. Количество жира у самцов было на оптимальном уровне, а у самок ниже средне многолетних значений. У самок содержание жира в мышцах составляло 38,7±5,8 %, в гонадах – 5,9±0,8 %, в печени – 15,9±0,2 %. Коэффициент упитанности у самок и самцов находился на одном уровне и составлял 1,22 (табл. 2).

Таблица 2

Показатели физиологического состояния черноморско-азовской проходной сельди из р. Дон в преднерестовый период 2016 г.

Показатели		Самцы		Самки	
		2016 г.	Средне многолетние значения	2016 г.	Средне многолетние значения
Длина, см		16,7±1,1	17,1±0,4	17,5±0,7	19,6±0,9
Масса, г		57,2±10,8	69±5	65,8±4,5	92±6
Коэффициент упитанности		1,22±0,1	1,27±0,02	1,22±0,05	1,61±0,22
Индекс гонад, %		3,68±1,56	-	5,35±0,05	-
Индекс печени, %		0,96±1,06	-	1,27±0,07	-
Белок, мг/г	мышцы	135,0±25,0	153,8±4,2	123,0±8,2	183,0±19,4
	гонады	73,0±15,0	125,0±4,2	142,0±29,3	162,3±9,9
	печень	112,0±9,0	142,5±3,6	144,0±21,4	128,6±11
Влага, %	мышцы	60,8±4,6	58,3±1,6	61,2±2,9	61,5±0,9
	гонады	72,7±1,2	77,6±1,1	73,6±1,2	75,0±1,1
	печень	78,1±1,7	69,7±1,1	64,2±0,5	75,1±1,0
Жир, %	мышцы	40,0±8,6	51,5±16	38,7±5,8	54,3±2,9
	гонады	11,7±0,9	12,6±0,9	5,9±0,8	10,0±2,2
	печень	24,7±2,5	24,9±2,0	15,9±0,2	32,0±1,3

Полученные результаты исследований физиологического состояния производителей черноморско-азовской проходной сельди свидетельствуют о недостаточной подготовленности рыб к нересту в 2016 г. Следует отметить невысокий энергетический статус рыб обеих выборок. Так, содержание жира в мышцах самок было ниже среднемноголетних значений почти на 30 %. В выборке из р. Дон количество белка в тканях рыб также было ниже среднемноголетних значений. Такое физиологическое состояние может сказаться на возможностях производителей сельди успешно противостоять негативным факторам окружающей среды и поддерживать высокий репродуктивный потенциал, обеспечивающий получение урожайного поколения в 2016 г.

Список литературы

1. Реков Ю.И., Чепурная Т.А., Костенко С.В. Восстановление запаса черноморско-азовской проходной сельди // Основные проблемы рыбного хозяйства и охраны рыбохозяйственных водоемов Азово-Черноморского бассейна: сб. науч. тр. 2008–2009 гг. – Ростов н/Д, 2011. – С. 148–153.
2. Кузина В.Ф., Шишкина И.В. Функциональное состояние черноморско-азовской проходной сельди в современный период // Основные проблемы рыбного хозяйства и охраны рыбохозяйственных водоемов Азово-Черноморского бассейна: сб. науч. тр. 2008–2009 гг. – Ростов н/Д, 2011. – С. 85–87.
3. Методы рыбохозяйственных и природоохранных исследований в Азово-Черноморском бассейне: сб. науч.-метод. работ / науч. ред.: С.П. Воловик, И.Г. Корпакова. – Краснодар, 2005. – С. 50–79.
4. Физиолого-биохимические и генетические исследования ихтиофауны Азово-Черноморского бассейна: методическое руководство. – Ростов н/Д: Эверест, 2005. – 52 с.

A.V. Voykina, V.F. Kuzina, S.G. Sergeeva, M.A. Tsybul'skaya, L.A. Bugayov
FSBSI «Azov fisheries research Institute», Rostov-on-don, Russia

PHYSIOLOGICAL STATE OF THE BLACK SEA-AZOV PASSING HERRING *ALOSA IMMACULATE* (BENNETT) IN 2016

A study was conducted to assess the physiological state of the Black Sea-Azov pass-through herring in the pre-spawning period of 2016. The data obtained indicate a lack of preparedness of herring producers for spawning in 2016. The trophic content in the fish tissues was below the mean annual values.

Сведения об авторе: Войкина Анна Владимировна, канд. биол. наук, зав. лабораторией, e-mail: vojkina-anna@yandex.ru.

УДК 597.556.33.-153(282.247.36)

А.В. Волкова¹, Г.В. Головкин²

¹АБиБ ЮФУ, Ростов-на-Дону, Россия

²ФГБНУ «АзНИИРХ», Ростов-на-Дону, Россия

ПИТАНИЕ РЕЧНОГО ОКУНЯ (*PERCA FLUVIATILIS*) В ДЕЛЬТЕ ДОНА

Представлены материалы по питанию речного окуня в дельте Дона. Выявлено, что осенью, весной и летом в рационе неизменно присутствовал европейский обыкновенный горчак. Наиболее многочисленный видовой состав пищевых объектов окуня был отмечен в осенний период (бычковые, сельдевые, горчак). В дельте Дона окунь проявляет себя как типичный хищник, употребляя рыб и раков. Вероятно, отсутствие явления каннибализма

было обусловлено обеспеченностью окуня кормовыми ресурсами, что подтверждается увеличением коэффициента упитанности в конце нагульного периода.

Речной окунь *Perca fluviatilis*, Linnaeus, 1758 [1] принадлежит к числу самых распространенных рыб. В Азовском бассейне встречается во всех пресноводных водоемах. Несмотря на то что данный вид не относится к числу основных промысловых видов, он имеет хозяйственное значение. Это обусловлено высокой плодовитостью (200–300 тыс. икринок) и высокой интенсивностью питания, что серьезно влияет на численность других, в том числе и промысловых, видов рыб и играет важную роль в поддержании баланса экосистем водоёмов.

Дельта Дона является местом нереста для многих полупроходных промысловых видов рыб. На условия обитания молоди рыб влияет множество факторов, в том числе и наличие в водоеме хищных рыб. В связи с этим целью работы явилось изучение спектра питания и сезонной динамики его качественных показателей, а также интенсивности питания разновозрастных особей речного окуня, обитающего в дельте Дона.

Материал собран в сентябре 2013 г., апреле и июле 2014 г. на береговой научно-экспедиционной базе «Кагальник» ЮНЦ РАН. В Свином гирле (дельта Дона) обловы проводились с помощью ставных сетей с ячеей 35 мм. У особей речного окуня определяли возрастной и половой состав, линейно-массовые характеристики, спектр питания [2, 3]. Возраст рыб определяли по чешуе по методу Н.И. Чугуновой [4]. Оценку интенсивности питания проводили с помощью двух показателей: индекса наполнения желудков (ИН – отношение массы пищевого комка к массе рыбы, %) и доли непитающихся рыб, т.е. рыб с пустыми желудками от общего числа рыб. При вскрытии желудка взвешивали пищевой комок, определяли видовой состав потребленных кормовых объектов.

Анализ полового состава выявил, что исследованная часть популяции окуня в дельте Дона состояла из самок на 86,7 %, самцов – 6,7 % и неполовозрелых особей – 6,7 %. Средние величины биологических параметров разновозрастных групп окуня в разные сезоны года представлены в таблице.

Биологические параметры речного окуня в возрастном и сезонном аспектах

Сезон	Возраст	Длина l (AD), мм	Масса тела, г	Масса без внутренних органов, г	Коэф. упит. по Фультону	Доля возрастной группы, %	Пол и зрелость
Весна	2	15,2±0,70* (13,9–16,3)**	80,2±8,67 (65,7–95,7)	71,2±6,93 (60,9–84,4)	2,3±0,08 (2,2–2,4)	60,0	♀4–5, ♂4
	3	21,2	269,0	231,2	2,8	20,0	♂4–5
	5	23,9	340,4	300,2	2,5	20,0	♀4–5
Лето	2	18,0±0,21 (17,6–18,3)	120,4±6,60 (109,5–132,3)	111,2±6,01 (101,1–121,9)	2,1±0,05 (2,0–2,2)	37,5	♀3
	3	20,3±0,85 (19,4–21,1)	194,4±29,05 (165,3–223,4)	180,2±25,85 (154,3–206)	2,3±0,06 (2,3–2,4)	25	♀3
	4	21,8±1,50 (20,3–23,3)	239,9±56,85 (183–296,7)	214,6±49,85 (164,7–264,4)	2,3±0,08 (2,2–2,3)	25	♀3
	5	26,2	398,1	355	2,2	12,5	♀3
Осень	1+	14,1	117	94	4,2	6,7	jw
	2+	18,4±0,98 (16,7–20,1)	212,7±38,48 (152–184)	177,7±33,25 (122–237)	3,4±0,07 (3,3–3,5)	20,0	♀3–4
	3+	20,1±0,39 (19,4–20,8)	267,8±4,27 (223–236)	246,3±4,61 (241–260)	3,3±0,019 (3,0–3,8)	26,7	♀3–4
	4+	22,1±0,30 (21,2–22,7)	313,4±8,47 (293–334)	278,4±7,31 (260–294)	2,9±0,5 (2,8–3,1)	33,3	♀3–4
	5+	23,3±0,11 (22,2–24,3)	341,0±27,00 (314–368)	303,0±21,0 (282–324)	2,7±0,15 (2,6–2,9)	13,3	♀3–4

* – $M \pm m$, ** – min-max.

Исследованные в разные сезоны выборки были представлены 5 возрастными группами. В весенний период среди выловленных особей речного окуня преобладали двухгодовики (60 %) наряду с трех- и пятигодовиками; в летний период выборка была представлена 4 возрастными группами, среди которых преобладали двухгодовики (37,5 %). В осенний период среди 5 возрастных групп преобладали особи четырех-, пятилетнего возраста (60 %).

Средний коэффициент упитанности по Фультону для всех возрастных групп в весенний период составил $2,4 \pm 0,11$, в летний – $2,2 \pm 0,05$, в осенний – $3,2 \pm 0,11$ единиц, т.е. за период нагула отмечено увеличение этого показателя на 33,3 %.

В спектре питания речного окуня в дельте Дона было обнаружено 4 кормовых объекта: рак и три вида рыб: европейский обыкновенный горчак, молодь сельди и бычков.

В весенний период видовой состав пищевых компонентов речного окуня в дельте Дона был представлен только европейским обыкновенным горчаком (40 %). Другая часть исследованных особей (40 %) имела пищевой комок, состоящий из неопределимой массы без наличия форменных элементов (НМБЭ) (рис. 1).

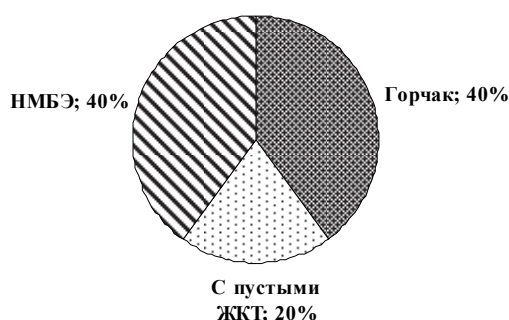


Рис. 1. Состав пищевого комка речного окуня в дельте Дона в весенний период

В летний период у 12,5 % особей речного окуня в пищевом комке был зафиксирован рак, такая же доля исследованных особей (12,5 %) потребляла обыкновенного европейского горчака. В пищевом комке у 37,5 % рыб не удалось определить видовой состав пищевых объектов ввиду их высокой степени переваренности (рис. 2).

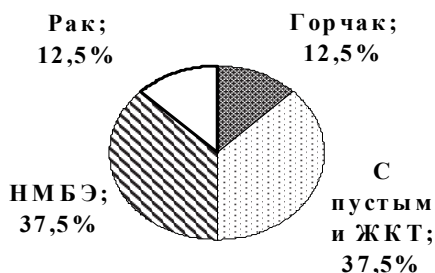


Рис. 2. Состав пищевого комка речного окуня в дельте Дона в летний период

В осенний период в спектре кормовых объектов раки отсутствовали, но к горчаку добавилась молодь бычков и сельди. Причем встречались особи окуня, потреблявшие только молодь сельди (6,7 %) или только молодь бычков (20 %), и особи, потреблявшие наряду с молодь сельди молодь бычков (13,3 %). В пищевом комке у 33,3 % рыб не удалось определить видовой состав пищевых объектов ввиду их высокой степени переваренности (рис. 3).

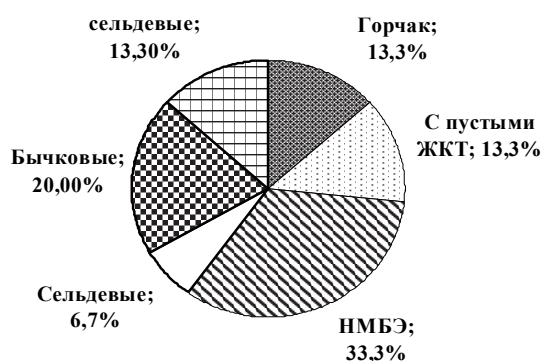


Рис. 3. Состав пищевого комка речного окуня в дельте Дона в осенний период

Результаты исследований свидетельствуют о том, что наименьшее количество особей с пустыми желудками встречено в осенний период (13,3 %); в весенний период доля непитающихся особей увеличилась до 20 %, а в летний период отмечено их максимальное количество – 37,5 %, что может быть обусловлено пониженной активностью рыб в жаркий летний период (рис. 1–3).

Сезонные значения индексов наполнения желудков варьировали от 0 до 334,1 %, в том числе весной – от 0 до 182,6 %, летом – от 0 до 334,1 %, осенью – от 0 до 202,3 %. В течение трех сезонов исследований отмечена высокая изменчивость данного показателя у всех возрастных групп окуня, что не позволило выявить какие-либо закономерности и взаимозависимость этого показателя от сезона исследований и возраста рыб (рис. 4).

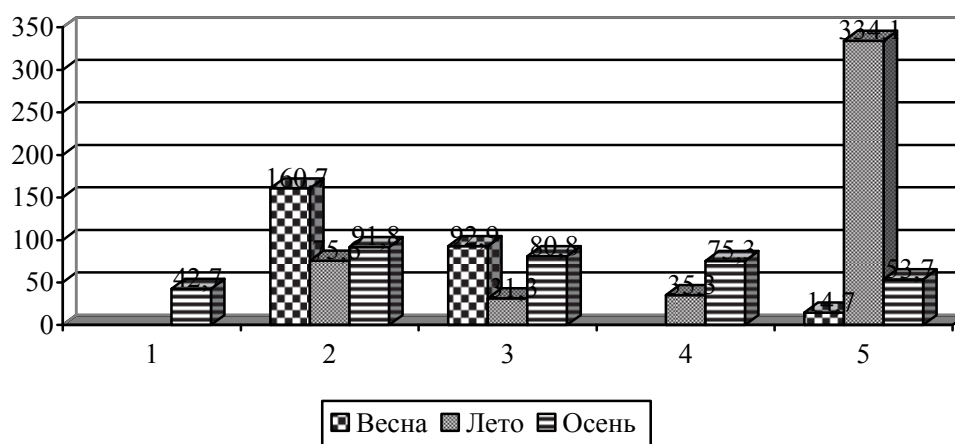


Рис. 4. Индекс наполнения желудков окуня разных возрастных групп в сезонном аспекте (годовики – весна–лето, 2-летки – осень)

По литературным данным [5], окунь предпочитает придерживаться равнинных водоёмов, его можно встретить в реках, озёрах, прудах, водохранилищах и даже в менее солончатых участках морей. Избегает мутной воды, отсутствует в горных участках рек черноморского побережья и горных озерах. Исследуемая часть популяции окуня обитает в дельте Дона с небольшими колебаниями солёности воды.

Молодь окуня в одних водоёмах потребляет личинок насекомых и ракообразных, в других уже с годовалого возраста переходит на хищный способ питания. Окунь, как правило, начинает питаться мальками рыб на второй год жизни, в некоторых водоёмах – в первый по достижении 4 см длины [1]. С возрастом окунь переходит на охоту за более крупными и подвижными объектами [6].

По способу питания речного окуня относят к факультативным хищникам, т.е. он является хищной рыбой, но в большом количестве также потребляет другую животную пищу. Иногда окуня отдельных популяций (например, озёрного окуня) причисляют к типичным хищникам. Связано это с тем, что в зависимости от водоёма пища окуней одного возраста может значительно различаться из-за различного состава кормовой базы. Пищевой рацион различен не только в разных водоёмах, но также может значительно меняться в течение года в одном водоёме из-за изменения доступности кормовых организмов [7].

Окунь в основном потребляет узкотелых рыб. Наиболее часто кормовыми объектами взрослых особей становятся малоценные с точки зрения промыслового лова рыбы: колюшки, голяны, молодь плотвы. В волжских водохранилищах с активным распространением тюльки во второй половине XX в. она также стала обычной пищей окуня, особенно весной. Второстепенными объектами питания среди рыб являются уклейки, ерши, бычки, пуголовки, молодь судака, берша, карася и густеры [7]. Окунь в дельте Дона также предпочитает узкотелых рыб. В качестве кормовых объектов ему служат молодь сельдевых, бычковых, европейский горчак.

Для окуня характерен каннибализм: взрослые особи зачастую поедают молодь. Наиболее часто каннибализм отмечается осенью, когда молодь окуня покидает прибрежную зону, перемещаясь на зимовку в более глубокие места. В летний период в желудках взрослых окуней молодь находят очень редко. Каннибализм наиболее характерен для водоёмов, населённых исключительно окунем [8]. В то же время мелкий окунь служит одним из основных объектов питания других хищных видов рыб [1]. Нашими исследованиями не было отмечено явление каннибализма у речного окуня в дельте Дона, присущее окуню из других водоёмов [6]. Вероятно, отсутствие этого явления было обусловлено высокой степенью обеспеченности окуня кормовыми ресурсами, что подтверждается увеличением коэффициента упитанности в конце нагульного периода (таблица).

Таким образом, изучение питания речного окуня в дельте Дона выявило ряд особенностей в разные сезоны года. Отмечено, что во все периоды исследований в рационе речного окуня неизменно присутствовал европейский обыкновенный горчак в отличие от представителей других видов, которые сезонно сменяли друг друга: в весенний период – только европейский обыкновенный горчак (40 %); в летний – раки; в осенний – молодь бычков и сельди.

В дельте Дона окунь проявляет себя как типичный хищник, потребляя рыб и раков. Наиболее многочисленный видовой состав пищевых объектов окуня был отмечен в осенний период (бычковые, сельдевые, горчак).

У речного окуня в дельте Дона не было отмечено явление каннибализма, вероятно, отсутствие этого явления было обусловлено обеспеченностью окуня кормовыми ресурсами, что подтверждается увеличением коэффициента упитанности от весны к осени.

Список литературы

1. Атлас пресноводных рыб России: в 2 т. / Решетников Ю.С. [и др.]. – М.: Наука, 2002. – 632 с.
2. Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоёмах. Задачи и методы изучения использования кормовой базы рыбой. – Л., 1984. – 143 с.
3. Методическое пособие по изучению питания и пищевых отношений рыб в естественных условиях / под ред. Е.В. Боруцкого. – М., 1974. – 75 с.
4. Чугунова Н.И. Руководство по изучению возраста и роста рыб. – М.: Изд-во АН СССР, 1959. – 164 с.
5. Троицкий С.К., Цуникова Е.П. Рыбы бассейнов нижнего Дона и Кубани / АзНИИРХ. – Ростов н/Д: Кн. изд-во, 1988. – 112 с.
6. Никольский Г.В. Частная ихтиология. – М.: Советская наука, 1971. – 436 с.

7. Семёнов Д.Ю. Экология окуня (*Perca fluviatilis* L.) центральной части Куйбышевского водохранилища: автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.00.16. – М.: РГБ, 2004, 2005. – 172 с.

8. Никольский Г.В. Экология рыб. – М.: Высшая школа, 1974. – 357 с.

A.V. Volkova¹, G.V. Golovko²

¹ Academy of Biology and Biotechnologies after D.I. Ivanovski, Southern Federal University, Rostov-on-Don, Russia

² Azov Fisheries Research Institute (AzNIIRKH), Rostov-on-Don, Russia

FEEDING OF EUROPEAN PERCH *PERCA FLUVIATILIS* IN THE RIVER DON ESTUARY

Materials on the feeding of European perch that lives in the river Don Estuary are presented. European bitterling is constantly found in the perch's diet in spring, summer and autumn seasons. In autumn there was observed the greatest variety of feeding items (gobies, shads, bitterling) in the perch's diet. In the Don estuary the perch behaves as a typical predator feeding on fish and crayfish. Sufficient food resources may explain the absence of cannibalism; this fact is supported by condition factor increasing towards the end of the fattening period.

Сведения об авторах: Волкова Анастасия Викторовна, магистр второго года обучения; Головко Галина Викторовна, канд. биол. наук, старший научный сотрудник лаборатории пресноводных и нерыбных объектов, e-mail: golovko_g_v@azniirkh.ru.

УДК 661.464

Л.А. Гайко

ФГБОУ ВО «Дальрыбвтуз», ФГБУН «Тихоокеанский океанологический институт им. В.И. Ильичева» ДВО РАН, Владивосток, Россия

СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К ПРОГНОЗИРОВАНИЮ УРОЖАЙНОСТИ ГИДРОБИОНТОВ В ХОЗЯЙСТВАХ МАРИКУЛЬТУРЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КЛИМАТИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ

Рассматриваются вопросы формирования новой концепции подхода к прогнозированию продуктивности водных организмов на морских фермах. Вместо эмпирического подхода предлагается ввести методологию, основанную на использовании для хозяйств марикультуры в прогностических целях климатической информации, которая давно используется при составлении прогнозов в агрометеорологии.

В Приморском крае выращивание гидробионтов в хозяйствах марикультуры в основном производится экстенсивным методом, т.е. в естественной среде, поэтому они находятся в большой зависимости от влияния факторов внешней среды, особенно климатических. Чтобы обеспечить рентабельность ведения хозяйства, необходимо создание научно обоснованных методов долгосрочного прогноза урожайности моллюсков.

Существующие методики прогнозирования плотности спата приморского гребешка основаны на выявлении эмпирических зависимостей между биологическими и гидрологическими показателями, которые в различных комбинациях использовались при составлении прогнозов. Такой подход к прогнозированию плотности спата приморского гребешка целиком локален в пространстве и времени. Настало время смены парадигм – на место эмпирического подхода необходимо ввести методологию, основанную на использовании для

хозяйств марикультуры в прогностических целях климатической информации, которая давно используются при составлении прогнозов в агрометеорологии. Новая методология должна базироваться на моделировании причинно-следственных связей между гидрометеорологическими условиями и продуктивностью марихозяйств, т.е. необходимо соединение описательного гидробиологического подхода и агрометеорологического, с присущей ему комплексностью и глубиной анализа явлений и процессов на количественной основе.

Морское направление агрометеорологии изучает реально существующие связи между погодой, атмосферной циркуляцией и параметрами морской среды в предшествующий период с одной стороны и урожайностью культивируемых культур, формирующейся под влиянием этих условий, с другой стороны, и так же, как агрометеорология, базируется на методах математической статистики и теории вероятности. Статистические методы основаны на оценке как синхронных, так и асинхронных корреляционных зависимостей между значениями различных гидрометеорологических элементов и объектом. Эти методы позволяют составлять прогнозы урожайности биологических объектов различной заблаговременности. Синоптико-статистические методы прогноза урожайности сельскохозяйственных культур разрабатывались на основе методов долгосрочных прогнозов погоды [1], учитывающих множество факторов, поэтому целесообразно строить многопараметрические схемы. В долгосрочном прогнозировании урожая в морском фермерстве, помимо погодных условий и состояния морской среды, учитываются и факторы, связанные с биологическими особенностями объектов культивирования и технологии их выращивания. И здесь с успехом могут быть применены физико-статистические методы, используемые для прогноза урожайности сельскохозяйственных культур.

На первом этапе создания модели проводится выбор наиболее информативных предикторов, влияющих на биологический объект и на технологию его выращивания. На втором этапе исследуется временной ряд урожайности марихозяйства. По аналогии с агрометеорологией, урожайность моллюсков (Pt) рассматривается как сумма двух основных составляющих: неслучайной или трендовой (Et), обусловленной культурой агротехники и долгопериодными колебаниями климата, и случайной составляющей (ΔPt), которая определяется погодными особенностями конкретного года (t), то есть: $Pt = Et + \Delta Pt$.

На основании анализа распределения отклонений от тренда весь исходный ряд урожайности условно разделён на три группы лет: высокоурожайные (выше тренда), низкоурожайные (ниже тренда) и среднеурожайные (около тренда).

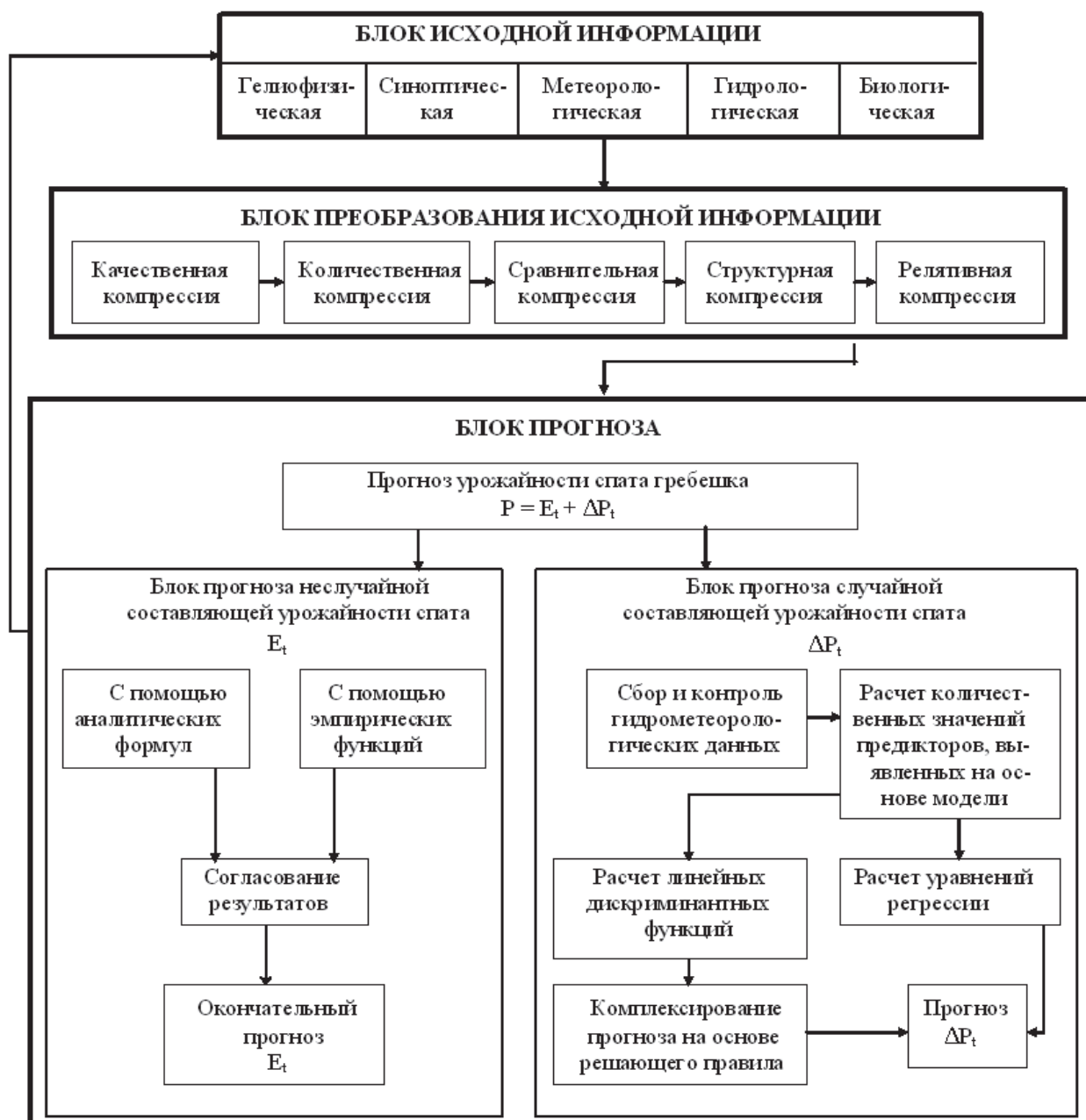
Выделение неслучайной или трендовой составляющей урожайности производится при помощи аналитических функций. Для расчета случайной составляющей при построении прогностической схемы за основу была взята трехуровневая модель, которую применила Н.М. Пестерева для прогноза урожая риса в Приморье [2]. Подобный подход применительно к марикультуре был применен автором впервые. Эта модель была переработана автором для прогноза случайной составляющей урожая моллюсков.

Разработанная автором модель прогноза урожая моллюсков (ΔP) учитывает одновременно состояние морской среды, приземных слоев атмосферы, тропосферную циркуляцию, циркуляцию в стратосфере и гелиофизические факторы:

$$\Delta P = a1 (A1, A2) + a2 B + a3 (C1, C2, C3) + a4,$$

где $a1, a2, a3$ и $a4$ – коэффициенты уравнения; $A1, A2, B, C1, C2, C3$ – предикторы, учитывающие: A – факторы, влияющие на весь Земной шар или северное полушарие (солнечная активность, солнечные и лунные затмения, положение и интенсивность циркумполярного вихря); B – факторы, влияющие на дальневосточный регион (формы атмосферной циркуляции, типы синоптических процессов); C – факторы, влияющие непосредственно на район культивирования (температура воды и воздуха, солёность, ветер, длительность ледового периода, характеристики различных биологических периодов: даты начала этих периодов, их продолжительность и т.д.).

На рисунке представлена блок-схема физико-статистического прогноза урожайности спата приморского гребешка, состоящая из блока исходной информации, блока преобразования и блока прогноза.



Блок-схема физико-статистического прогноза урожайности спата приморского гребешка

Поскольку алгоритм схемы прогноза основан на статистических методах, то такая схема прогноза является физико-синоптико-статистической. Основные положения исследования изложены в работах автора [3, 4].

Основой для принятия решений в хозяйствах марикультуры (определение сроков выставляния и количества коллекторов, притапливание установок и т.д.) могут являться долгосрочные прогнозы погоды, прогнозы урожайности моллюсков и специализированные (связанные с биологическими параметрами) прогнозы.

Для наглядности и маневренности в принятии решений согласно полученным прогнозам рекомендуется составлять гидрометеоролого-технологические схемы.

Важным прикладным направлением морской агрометеорологии является создание систем различного уровня для информационного обслуживания марихозяйств, составление гидрометеоролого-технологических блок-схем хозяйственных решений, гидрометеорологических прогнозов различной заблаговременности (до 9 месяцев), необходимых для их принятия, и рекомендации по выбору хозяйственных решений, связанных с производством приморского гребешка.

Таким образом, морская агрометеорология – это наука, которая изучает реально существующие связи между абиотическими факторами (гелиофизическими параметрами, атмосферной циркуляцией, параметрами приземных слоёв атмосферы, погодой, параметрами водной среды и т. п.) в предшествующий период и урожайностью культивируемых культур, формирующейся под влиянием этих условий.

Список литературы

1. Свинухов Г.В. Синоптико-статистические методы долгосрочных прогнозов погоды на Дальнем Востоке // Труды ДВНИГМИ. – 1977. – Вып. 65. – 168 с.
2. Чирков Ю.И., Пестерева Н.М. Использование ресурсов климата и погоды в рисоводстве. – Л. : Гидрометеиздат, 1990. – 160 с.
3. Гайко Л.А. Гидрометеорологическое обеспечение хозяйств марикультуры // Известия ТИПРО. – 2004. – Т. 137. – С. 352–359
4. Гайко Л.А. Марикультура: прогноз урожайности с учетом воздействия абиотических факторов. – Владивосток : Дальнаука, 2006. – 204 с.

L.A. Gayko
Dalrybvtuz, POI FEB RAS, Vladivostok, Russia

CURRENT APPROACHES TO THE PREDICTION OF THE PRODUCTIVITY OF AQUATIC ORGANISMS ON MARINE FARMS WITH THE USE OF CLIMATE INFORMATION

Discusses the formation of a new concept approach to predicting productivity of aquatic organisms on marine farms. It is proposed to forecast the yield of mollusks to apply a methodology that has long been used in compiling the forecasts in agrometeorology. These methods are based on the use of climate information to forecast the productivity of marine farms.

Сведения об авторе: Гайко Лариса Афанасьевна, доцент кафедры «Водные биоресурсы и аквакультура» Дальрыбвтуза, ведущий научный сотрудник ТОИ ДВО РАН.

УДК 661.464

Л.А. Гайко
ФГБОУ ВО «Дальрыбвтуз», ФГБУН «Тихоокеанский океанологический институт им. В.И. Ильичева» ДВО РАН, Владивосток, Россия

ОСОБЕННОСТИ ХОДА ТЕМПЕРАТУРЫ ВОДЫ И ВОЗДУХА ЗА ПОСЛЕДНИЕ ДЕСЯТИЛЕТИЯ В ПРИБРЕЖНОЙ ЗОНЕ ЗАЛИВА ПЕТРА ВЕЛИКОГО (ЯПОНСКОЕ МОРЕ)

Проведён сравнительный анализ изменения температуры воды и воздуха в прибрежной зоне зал. Петра Великого (Японское море) по данным материалов наблюдений над среднемесячной температурой воды и воздуха на прибрежных гидрометеорологических

станциях за два последних десятилетия (1991–2000 и 2001–2010 гг.) и пять последних лет (2011, 2012, 2013, 2014 и 2015 гг.) с климатической нормой (1961–1990 гг.). Результаты проведённых исследований подтверждают факт повышения температуры в районе исследования за рассматриваемый период.

Район исследования – юг морского побережья Приморского края, омываемый водами зал. Петра Великого, одного из крупнейших заливов Японского моря. Как известно, климат Приморского края относится к муссонному типу климата умеренных широт с хорошо выраженными сезонами года [1]. Одной из ведущих проблем при исследовании изменений климата в прибрежной зоне является проблема взаимодействия океана и атмосферы. Важную роль при изучении этого взаимодействия выполняет сеть гидрометеорологических станций, на которых проводятся регулярные наблюдения за гидрометеорологическими параметрами, в том числе за температурой воды и воздуха. Эти параметры относятся к группе реперных при оценке климатической изменчивости.

По результатам мировых исследований [2, 3] последнее десятилетие прошлого века было самым тёплым десятилетием столетия. Для прибрежных районов Приморья данное утверждение подтверждается работами автора [4–6]. Также автором установлено, что два десятилетия (1991–2000 и 2001–2010 гг.) на рубеже веков характеризуются значительными климатическими изменениями в районе исследования [7–13].

В данной работе продолжено изучение изменчивости на различных пространственно-временных масштабах температуры воды и воздуха в прибрежной зоне зал. Петра Великого; проведены сравнение хода среднемесячных температур последнего десятилетия прошлого и первого десятилетия нынешнего столетий между собой и с нормой (1961–1990 гг.) и выявление особенностей температуры по годам (с 2011 по 2015 г.) на фоне изменчивости температуры воды и воздуха в первом десятилетии XXI в.

Наблюдения над температурой воды и воздуха в зал. Петра Великого проводятся на трёх прибрежных гидрометеостанциях Приморского управления гидрометслужбы (ГМС): Посъет, Владивосток, Находка.

Сравнение температуры последнего десятилетия XX и первого десятилетия XXI столетий с нормой (1961–1990 гг.). Сравнительный анализ температуры воды и воздуха в прибрежной зоне зал. Петра Великого за оба десятилетия с тридцатилетним периодом по сумме отклонений температур за год показал значительное повышение и температуры воды, и температуры воздуха по сравнению с нормой (1961–1990 гг.) (рис. 1).

Анализ различий в температурах воды и воздуха между десятилетиями по сумме отклонений температур показал, что в целом в юго-западной (ГМС Посъет) и юго-восточной (ГМС Находка) частях зал. Петра Великого более тёплыми были 2000-е годы, а в центральной части залива (ГМС Владивосток) – 1990-е.

Результаты исследования подтверждают, что для южного побережья Приморского края десятилетие 1990-х гг. характеризуется повышенным температурным фоном, а первое десятилетие нового века подхватило эстафету повышенных температур.

Сравнение внутригодового хода температуры воды и воздуха в 2011, 2012, 2013, 2014 и 2015 гг. между собой. При сравнении годового хода температуры воды и воздуха за эти пять лет между собой прослеживается значительный разброс температур на станциях, но всё же можно отметить некоторые закономерности (рис. 2). По сумме отклонений за год можно отметить, что в 2011 г. температура воды на ГМС Посъет и Владивосток была ниже, а на ГМС Находка – немного выше среднепериодной 2000-х. В 2012 г. почти на всех станциях, а в 2013, 2014 и 2015 гг. на всех станциях температура воды была выше средней за 1-е десятилетие XXI в.

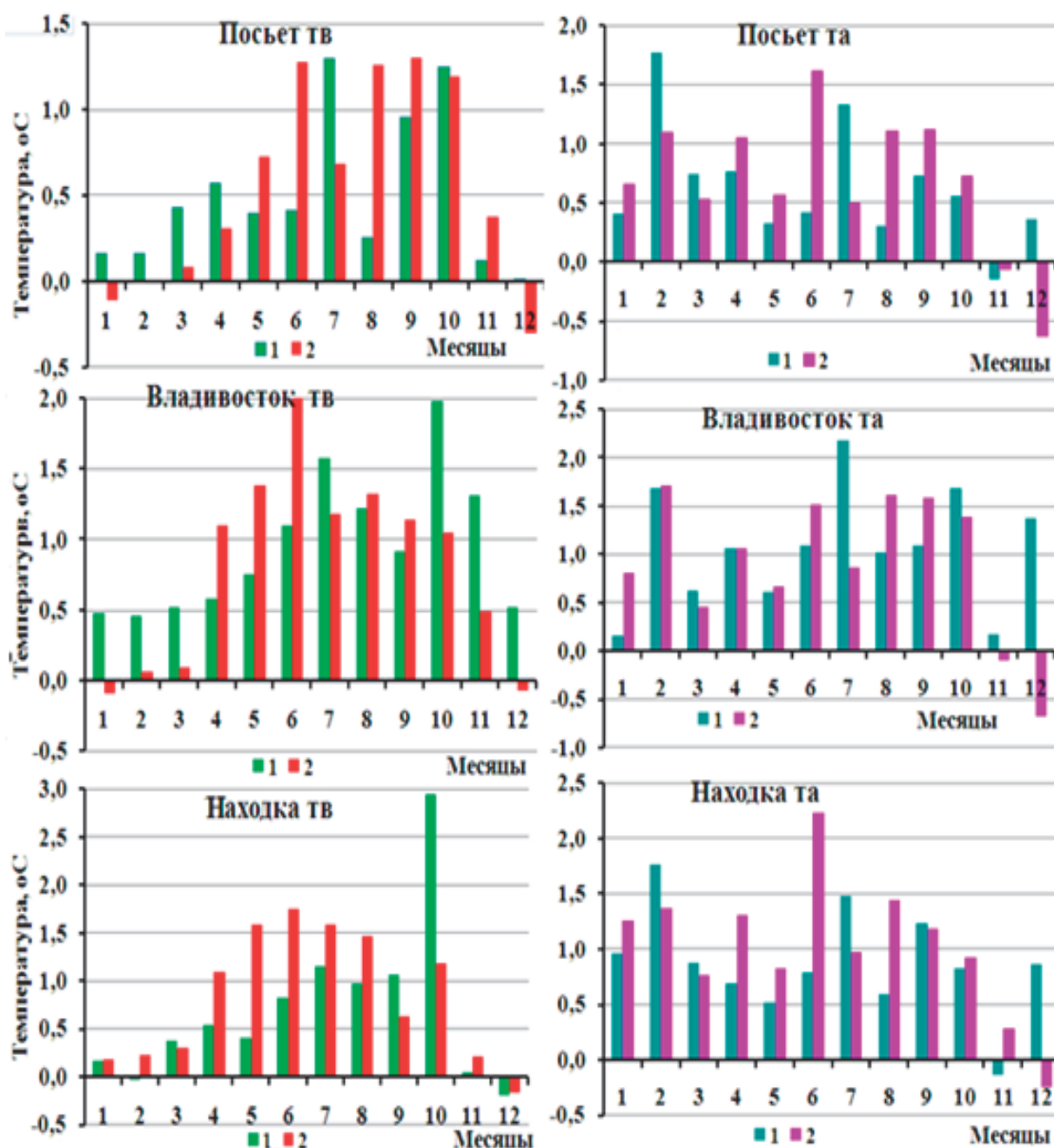


Рис. 1. Отклонения среднемесячной температуры воды (слева) и воздуха (справа), осреднённой за периоды 1991–2000 (1) и 2001–2010 (2) от нормы (1961–1990), на ГМС зал. Петра Великого

По сумме отклонений за год можно отметить, что в 2011 г. температура воздуха на ГМС Посыет, Находка была ниже, а на ГМС Владивосток – выше средней десятилетия 2000-х. В 2012 г. почти на всех станциях температура воздуха была ниже средней, за исключением ГМС Владивосток. В 2013 г. также почти на всех станциях температура воздуха была ниже средней. В 2014 и 2015 гг. на всех станциях, за исключением ГМС Владивосток, температура воздуха была выше средней за 1-е десятилетие. Зимние температуры за 2015 г. повысились по сравнению с предыдущими годами.

Можно сделать вывод, что гидрологический режим прибрежных вод Приморского края весьма сложен и подвержен влиянию как климатических, так и адвективных факторов. Анализ аномалий температуры воды и воздуха по десятилетиям от нормы по сумме отклонений температур за год показал, что в среднегодовых значениях температура воды и воздуха на всех станциях за рассматриваемые десятилетия была выше нормы.

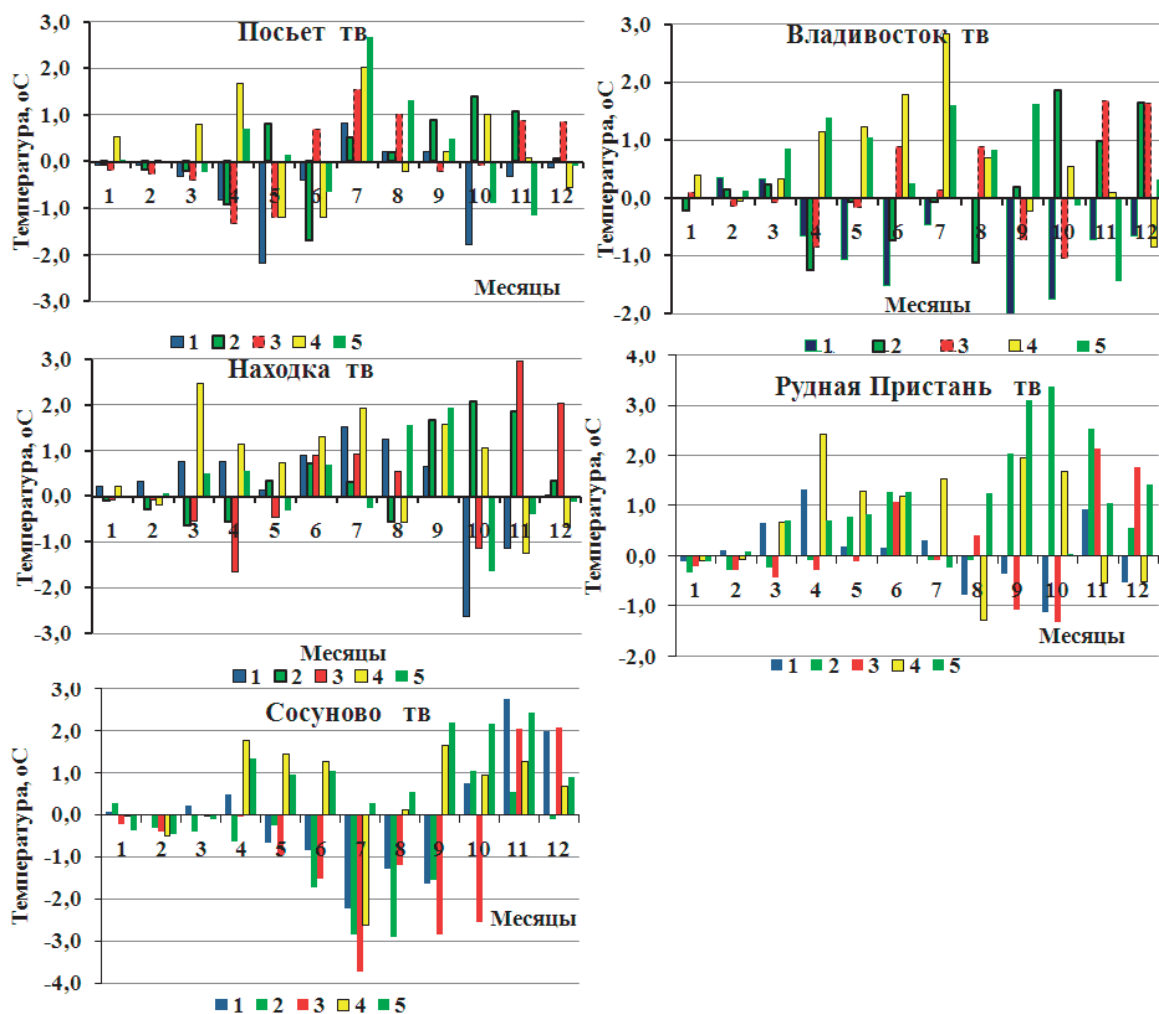


Рис. 2. Отклонение средней месячной температуры воды (тв) и воздуха (та) на ГМС Приморья от среднего за период 2001–2010 гг.: 1 – 2011, 2 – 2012, 3 – 2013, 4 – 2014 и 5 – 2015 гг.

В 2012, 2013, 2014 и 2015 гг. практически на всех станциях среднегодовая температура воды была выше средней за десятилетие 2001–2010 гг. Среднегодовая температура воздуха с 2011 по 2013 г. почти на всех станциях была ниже среднепериодной, а в 2014 и 2015 гг. – выше средней, за исключением ГМС Владивосток.

Проведённые исследования подтверждают факт повышения температуры в районе исследования в целом за рассматриваемый период. При сравнении внутригодового хода температуры воды и воздуха в 2011, 2012, 2013, 2014 и 2015 гг. между собой был отмечен значительный разброс температур на станциях. В период с 2011 по 2014 г. произошло понижение температуры воздуха зимой, т.е. зимы на всех станциях были холоднее, чем в среднем за десятилетие, в 2015 г. картина изменилась на противоположную: на всех станциях, за исключением ГМС Владивосток, отмечены положительные аномалии температуры воздуха в зимние месяцы.

Июльские температуры воздуха на всех станциях за все пять лет были выше среднепериодной.

Список литературы

1. Климат Владивостока. – Л.: Гидрометеиздат, 1983. – 248 с.
2. Изменение климата, 2001 г.: обобщенный доклад / под ред. Роберта Т. Уотсона // Третий докл. Межправит. группы экспертов по изменению климата. – 2003. – Т. 4. – 220 с.

3. IPCC, 2007: Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor and H.L. Miller (eds.)]. – Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 2007. – 996 p.
4. Гайко Л.А. Особенности гидрометеорологического режима прибрежной зоны залива Петра Великого (Японское море). – Владивосток: Дальнаука, 2005. – 151 с.
5. Гайко Л.А. Тенденция изменчивости температуры воды и воздуха в прибрежных районах северо-западной части Японского моря // Дальневосточные моря России. – Кн. 1: Океанологические исследования. – М.: Наука, 2007. – С. 307–332.
6. Гайко Л.А. Особенности температурного режима заливов Восток и Находка (юго-восточная часть залива Петра Великого) // Современное состояние и тенденции изменения природной среды залива Петра Великого Японского моря / отв. ред. А.С. Астахов, В.Б. Лобанов. – М.: ГЕОС, 2008. – С. 97–110.
7. Гайко Л.А. Многолетняя изменчивость температуры воды и воздуха у российского побережья Японского моря по данным гидрометеорологических станций // Океанологические исследования дальневосточных морей и северо-западной части Тихого океана: в 2 кн. – Владивосток: Дальнаука, 2013. – Кн. 1. – С. 64–78.
8. Гайко Л.А. Изменчивость температуры воды и воздуха вдоль побережья залива Петра Великого (Японское море) // Актуальные проблемы современной науки. – 2014. – № 2(76). – С. 250–255.
9. Гайко Л.А. Влияние термических условий на урожайность хозяйств марикультуры в прибрежной зоне зал. Петра Великого (Японское море) // Вестник СВНЦ ДВО РАН. – 2014. – № 3. – С. 60–68.
10. Гайко Л.А. Температурные флуктуации в прибрежной зоне залива Петра Великого за последние десятилетия (Японское море) // Естественные и технические науки – 2015. – № 10. – С. 234–239.
11. Гайко Л.А. Сравнительный анализ изменчивости температуры воды и воздуха за последние десятилетия вдоль побережья Приморского края (Японское море) // Наука в современном мире. – 2016. – № 6. – С. 11–18.
12. Гайко Л.А. Изменение климата в прибрежной зоне Приморского края в современный период (северо-западная часть Японского моря) // Восточно-Европейский научный журнал. East European Scientific Journal. – 2016. – № 10. – Warsaw, Poland. – С. 35–42.
13. Gayko L.A. Water and air temperature variability along the coast of Primorye (Japan/East Sea) // Current Development in Oceanography. – 2012. – Vol. 5, iss. 2. – P. 49–58.

L.A. Gayko
Dalrybvtuz, POI FEB RAS, Vladivostok, Russia

FEATURES WATER TEMPERATURE AND AIR OVER RECENT DECADES IN THE COASTAL ZONE OF THE PETER THE GREAT BAY (SEA OF JAPAN)

In this article the analysis of the variability of average temperature water and air according to the coastal stations of the Peter the Great Bay (Sea of Japan) as well as the comparative analysis of the temperatures variability of over the last two decades (1991–2000 u 2001–2010) and the last five years (2011, 2012, 2013, 2014 and 2015) and climatic norm (1961–1990). The results of these studies confirm the increase in temperature in the study region during the observation period.

Сведения об авторе: Гайко Лариса Афанасьевна, доцент кафедры «Водные биоресурсы и аквакультура» Дальрыбвтуза, ведущий научный сотрудник ТОИ ДВО РАН.

Е.А. Горбачева

ФГБНУ «Полярный научно-исследовательский институт морского рыбного хозяйства и океанографии им. Н.М. Книповича», Мурманск, Россия

ТОКСИКОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ПРИБРЕЖНЫХ РАЙОНОВ БАРЕНЦЕВА МОРЯ

*Методом биотестирования исследована токсичность вытяжек из донных отложений, отобранных вблизи акваферм в губах Печенга и Ура и в прибрежной зоне на участке от губы Ура до о. Кильдин. В качестве тест-объектов использованы культура морской одноклеточной водоросли *Phaeodactylum tricornutum* и личинки солоноватоводного жаброногого рачка *Artemia salina*. Показано, что донные отложения вблизи акваферм нетоксичны для тест-объектов. Слабой токсичностью для личинок *A. salina* характеризовались лишь донные отложения, отобранные на выходе из губы Ура (у м. Медвежий) и по обе стороны от устья Кольского залива (на траверзе м. Поганьяволоок и напротив м. Черный).*

Прибрежные морские районы приносят наибольшую экономическую пользу человеку и вместе с тем подвергаются значительному антропогенному воздействию. Они, как правило, характеризуются более высокими уровнями загрязнения, чем открытые акватории.

Аккумуляция и активная трансформация загрязняющих веществ, поступающих в водоемы, происходит в донных отложениях. Многочисленные исследования показывают, что коэффициенты накопления некоторых металлов и высокомолекулярных органических соединений в донных осадках во много раз больше, чем в водной толще и морских организмах [1]. Исследование донных отложений позволяет проследить долговременные тенденции в распространении токсикантов.

При изучении степени загрязненности морской среды используются как химические, так и биологические методы. С помощью химического анализа определяют содержание отдельных загрязняющих веществ в воде или донных отложениях. При применении биологических подходов исследуется влияние всех поллютантов, накопленных в среде, на гидробионтов. Так, биотестирование, характеризуя качество среды по такому показателю, как токсичность, позволяет дать интегрированную оценку качества среды, учитывающую присутствие в среде всего комплекса загрязняющих веществ и их синергические и антагонистические взаимодействия.

Целью наших исследований являлась оценка токсичности донных отложений в губах Печенга (Варангер-фьорд) и Ура (Мотовский залив) и в прибрежной зоне от губы Ура до о. Кильдин методом биотестирования. В губах Печенга и Ура изучались донные отложения районов, прилегающих к участкам размещения акваферм, выращивающих атлантического лосося. В прибрежной акватории от губы Ура до о. Кильдин исследования проводились у м. Медвежий, на траверзе м. Поганьяволоок, напротив м. Черный и м. Топоркова Пахта, а также в Кильдинском проливе.

Пробы донных отложений были отобраны в рейсах научно-исследовательских судов в Баренцевом море в 2013–2015 гг. (рис. 1). Отбор проб производился дночерпателем Ван Вина с площадью захвата 0,1 м². Донные отложения замораживали до минус 18 °С и хранили до начала тестирования не более 2 месяцев.

Биотестированию подвергались водные вытяжки донных отложений. При получении вытяжек каждую пробу донных отложений смешивали с водой из условно чистого района моря в объемном соотношении 1:4 и встряхивали в течение 2 ч. После смешивания суспен-

зии давали отстояться 1 ч. Полученную надосадочную жидкость сливали и центрифугировали в течение 10 мин при скорости 4000 об/мин.

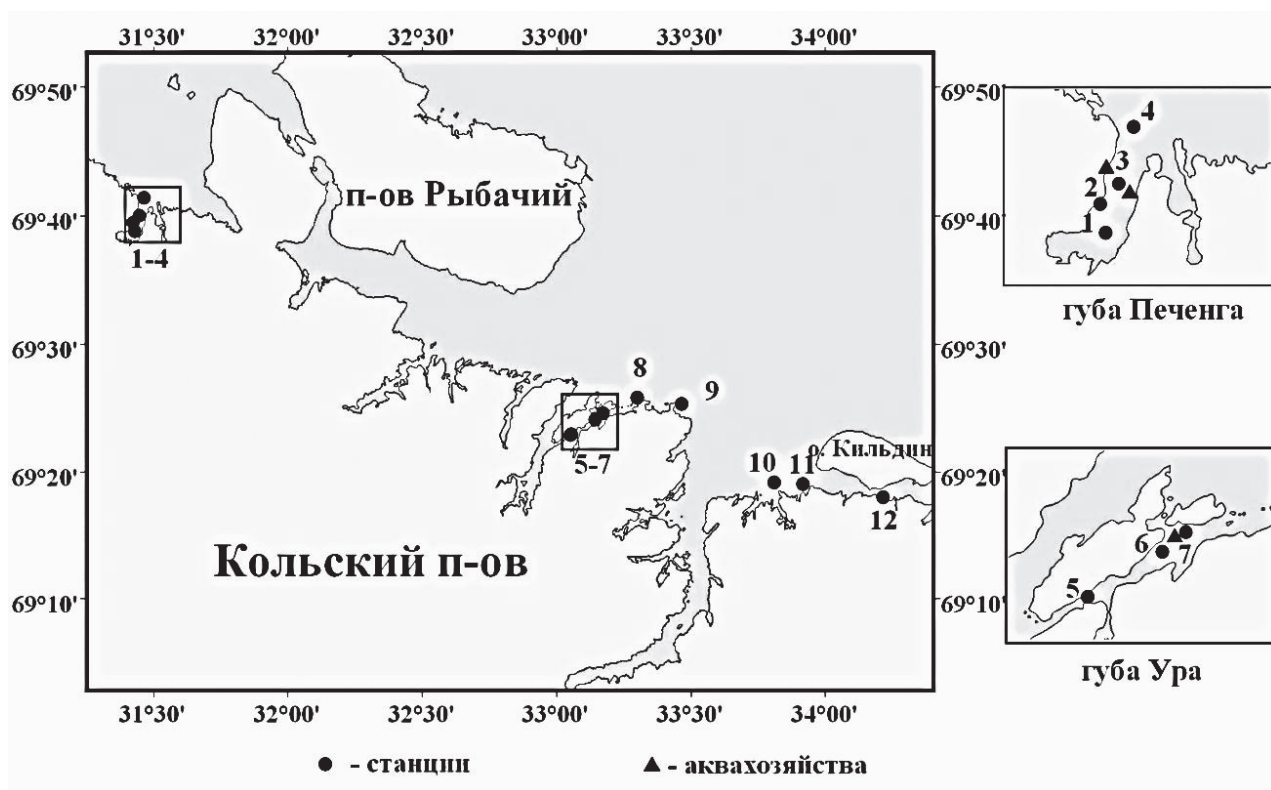


Рис. 1. Карта-схема расположения станций отбора проб донных отложений

В качестве тест-объектов использовали морскую одноклеточную водоросль *Phaeodactylum tricorutum* и личинок солоноватоводного жаброногого рачка *Artemia salina*. Тест-параметрами являлись изменение численности клеток водоросли и выживаемость личинок. При постановке экспериментов на водоросли *Ph. tricorutum* руководствовались ГОСТ Р 53910-2010 [2], на личинках *A. salina* – ГОСТ Р 53886-2010 [3].

Температура при проведении экспериментов – 18–20 °С. Длительность опытов – 96 ч. Результаты обрабатывали методами вариационной статистики: рассчитывали среднее арифметическое и стандартное отклонение.

Вытяжку донных отложений считали нетоксичной для *Ph. tricorutum*, если в конце эксперимента численность клеток водоросли в ней составляла ≥ 90 %, слаботоксичной – 89-65 %, среднетоксичной – 64-50 %, высокотоксичной – 49-0 % от контроля. Для личинок *A. salina* вытяжка донных отложений являлась нетоксичной при выживаемости рачков в конце опыта 100-90 %, слаботоксичной – 89-65 %, среднетоксичной – 64-50 %, высокотоксичной – 49-0 %.

Донные отложения в губе Печенга (ст. 1-4) были представлены серыми илами (таблица). Воздействие вытяжек донных отложений губы Печенга вызывало стимуляцию роста культуры водоросли *Ph. tricorutum* (рис. 2). Наиболее высокую численность клеток водоросли отмечали во второй половине эксперимента в вытяжках донных отложений ст. 2 и 3, располагавшихся на наименьшем расстоянии от садков аквафермы. Максимальное количество клеток *Ph. tricorutum*, зарегистрированное в вытяжке донных отложений ст. 2, составляло 330 %, ст. 3 – 350 % по сравнению с контролем. В вытяжках донных отложений ст. 1 и 4 численность клеток водоросли в течение эксперимента не превышала 185 % по сравнению с контролем. Выживаемость личинок *A. salina* во всех вытяжках донных отложений губы Печенга сохранялась на уровне, близком к контрольному, – 97-100 % (рис. 3).

В губе Ура (ст. 5-7) исследованные донные отложения были отнесены к серым илам (таблица). Во всех вытяжках донных отложений регистрировали стимуляцию роста водоросли *Ph. tricorutum* (см. рис. 2). Численность клеток *Ph. tricorutum* в вытяжках возрастала в течение экспозиции не более чем до 160–180 % по сравнению с контролем. Негативное воздействие на личинок *A. salina* в вытяжках донных отложений губы Ура не прослеживалось. Выживаемость рачков до конца экспозиции существенно не отличалась от контрольного уровня и составляла 98 % (рис. 3).

Характеристика донных отложений

№ станции	Тип донных отложений	№ станции	Тип донных отложений
1	Серый ил	7	Серый ил
2	Серый ил	8	Песок
3	Серый ил	9	Песок
4	Серый ил	10	Глина
5	Серый ил	11	Илистый песок
6	Серый ил	12	Песок

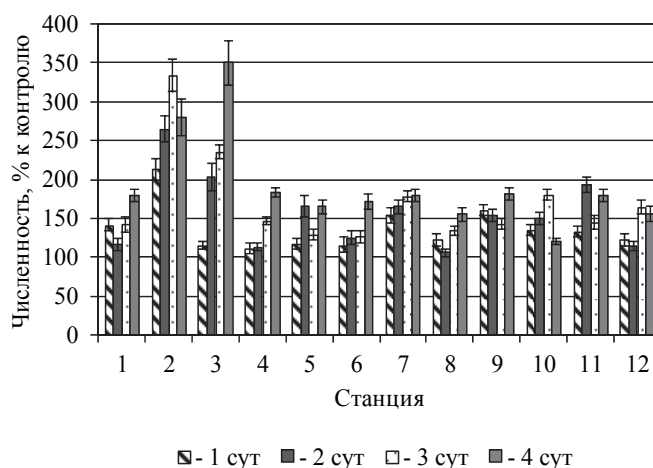


Рис. 2. Динамика численности водоросли *Ph. tricorutum* в вытяжках донных отложений прибрежных районов Баренцева моря (среднее ± станд. откл.)

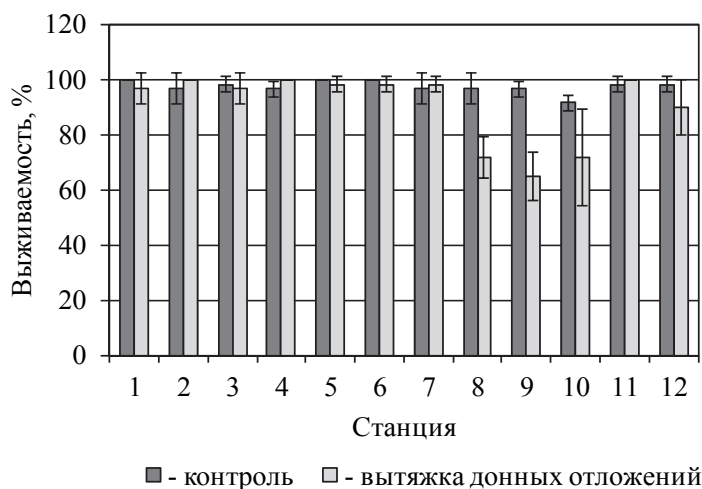


Рис. 3. Выживаемость личинок *A. salina* в вытяжках донных отложений прибрежных районов Баренцева моря (среднее ± станд. откл.)

Среди проб донных отложений, отобранных в прибрежной зоне от губы Ура до о. Кильдин (ст. 7–12), отмечены пески, глина и илистый песок (таблица). Вытяжки, полученные из этих проб донных отложений, оказывали только стимулирующее воздействие на рост культуры *Ph. tricornutum*. Количество клеток водоросли в них превосходило уровень контроля в течение всей экспозиции (см. рис. 2). Максимальная численность *Ph. tricornutum*, зарегистрированная в вытяжках донных отложений ст. 7–12, достигала 150–180 % по сравнению с контролем. Для личинок *A. salina* слаботоксичными оказались вытяжки донных отложений, отобранных у м. Медвежий (ст. 8), на траверзе м. Поганьнаволоок (ст. 9) и напротив м. Черный (ст. 10). Выживаемость личинок в вытяжках донных отложений ст. 8 и 10 составляла 72 %, ст. 9 – 65 % (см. рис. 2). В вытяжках донных отложений, отобранных напротив м. Топоркова Пахта (ст. 11) и в Кильдинском проливе (ст. 12), выживаемость рачков достигала 100 и 90 % соответственно, и их можно считать нетоксичными для личинок *A. salina*.

Результаты проведенных экспериментов показали отсутствие токсичных донных отложений вблизи акваферм в губах Печенга и Ура. Токсичные донные отложения были обнаружены только на участке побережья от губы Ура до о. Кильдин. Так, слаботоксичные для личинок *A. salina* вытяжки были получены из донных отложений, отобранных на выходе из губы Ура (у м. Медвежий) и по обе стороны от устья Кольского залива (на траверзе м. Поганьнаволоок и напротив м. Черный). Загрязняющие вещества поступают в эти районы вместе с водами Норвежского прибрежного течения и с объектов инфраструктуры, расположенных на побережье (в том числе и через Кольский залив со стоками Мурманского промышленного узла). Кроме того, участок побережья от губы Ура до о. Кильдин является зоной активного судоходства, и источниками загрязнения здесь могли являться также сбросы с транспортных, военных и рыбопромысловых судов.

Следует отметить, что все исследованные вытяжки донных отложений оказывали стимулирующее воздействие на рост культуры одноклеточной водоросли *Ph. tricornutum*. Стимуляция деления клеток водоросли, вероятно, вызвана обогащением вытяжек соединениями азота и фосфора. Известно, что в донных отложениях происходит регенерация и накопление биогенных элементов, и повышенное их содержание в вытяжках может наблюдаться и в отсутствие загрязнения. Причем стимуляция роста водорослей проявляется даже на фоне присутствия токсикантов [4]. Вместе с тем нельзя исключить, что причиной стимуляции роста микроводорослей в некоторых вытяжках может быть воздействие низких концентраций загрязняющих веществ. Так, например, тяжелые металлы и нефтепродукты в малых концентрациях положительно влияют на фотосинтез и увеличивают скорость деления клеток водорослей [5–7].

Известно, что более высокий уровень накопления поллютантов характерен для тонкозернистых богатых органическим веществом донных отложений. Анализ полученных результатов показал, что токсичность вытяжек для личинок *A. salina* и степень стимуляции в них роста водоросли *Ph. tricornutum* не зависели от гранулометрического состава донных отложений, из которых они были получены. Так, например, токсичными для рачков оказались вытяжки как из песка, так и из глины. Уровень стимуляции роста водоросли в вытяжках из серого ила, глины, илистого песка и песка зачастую был сходен.

Более высокий уровень стимуляции роста *Ph. tricornutum*, зарегистрированный в вытяжках из проб, отобранных вблизи аквафермы в губе Печенга, может быть обусловлен дополнительным поступлением в донные отложения биогенных элементов вместе с отходами садковых хозяйств. В губе Печенга более 10 лет функционирует акваферма, специализирующаяся на выращивании атлантического лосося. В губе Палкина, где форелевое хо-

зрелость к моменту отбора проб существовало менее года, стимуляция размножения клеток *Ph. tricornerutum* в вытяжках была меньше и приближалась к уровню, отмеченному при исследованиях донных отложений, отобранных на участке от губы Ура до о. Кильдин.

Таким образом, результаты проведенных исследований показали, что донные отложения в районах акваферм в губах Печенга и Ура нетоксичны для тест-объектов. Слабой токсичностью для личинок *A. salina* характеризовались лишь донные отложения, отобранные на выходе из губы Ура (у м. Медвежий) и по обе стороны от устья Кольского залива (на траверзе м. Поганьнаволоок и напротив м. Черный), что может свидетельствовать о более высоком уровне загрязнения этих районов побережья.

Список литературы

1. Израэль Ю.А., Цыбань А.В. Антропогенная экология океана. – Л.: Гидрометеоздат, 1989. – 527 с.
2. ГОСТ Р 53910-2010. Вода. Методы определения токсичности по замедлению роста морских одноклеточных водорослей *Phaeodactylum tricornerutum* Bohlin и *Skeletonema costatum* (Greville) Cleve. – М.: Стандартинформ, 2010. – 41 с.
3. ГОСТ Р 53886-2010. Вода. Методы определения токсичности по выживаемости морских ракообразных. – М.: Стандартинформ, 2010. – 35 с.
4. Олькова А.С. Биотестирование в научно-исследовательской и природоохранной практике России // Успехи современной биологии. – 2014. – Т. 43, № 6. – С. 614–622.
5. Патин С.А. Влияние загрязнения на биологические ресурсы и продуктивность Мирового океана. – М.: Пищевая промышленность, 1979. – 303 с.
6. Проблемы химического загрязнения Мирового океана. Т. 5: Эколого-токсикологические аспекты загрязнения морской среды / под. ред. С.А. Патина. – Л.: Гидрометеоздат, 1985. – 115 с.
7. Филенко О.В. Некоторые закономерности действия химических веществ на водные организмы: автореф. дис. ... д-ра биол. наук. – М., 1990. – 36 с.

E.A. Gorbacheva

Knipovich Polar Research Institute of Marine Fisheries and Oceanography (PINRO),
Murmansk, Russia

TOXICOLOGICAL STUDY OF BOTTOM SEDIMENTS IN THE COASTAL AREAS OF THE BARENTS SEA

Biological testing method was used to study the toxicity of the bottom sediments taken near the fish farms in the Pechenga and Ura Bays and in the coastal zone from the Ura Bay to the Kildin Island. Microalgae Phaeodactylum tricornerutum and larvae of shrimp Artemia salina were applied as the test organisms. It was shown that near the fish farms bottom sediments were not toxic. Only the bottom sediments collected in the mouth of the Ura Bay (near the Bear Island) and on the both sides of the Kola Fjord mouth (on the beam of the Pogan'navolok Cape and on the opposite side of the Cherny Cape) were slightly toxic for A. salina.

Сведения об авторе: Горбачева Елена Анатольевна, канд. биол. наук, научный сотрудник лаборатории прикладной экологии и токсикологии, e-mail: gorbach@pinro.ru.

М.И. Горюнов¹, А.В. Смирнов²

¹ ФГБОУ ВО «Дальрыбвтуз», Владивосток, Россия

² ФГБНУ «ТИНРО-Центр», Владивосток, Россия

НЕКОТОРЫЕ БИОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ МИНТАЯ И СЕЛЬДИ В ОХОТСКОМ МОРЕ В 2017 ГОДУ

Главной целью работы является изучение некоторых биологических показателей минтая и сельди в Охотском море.

Минтай является одной из важнейших промысловых рыб в российских водах. Ежегодно в северной части Охотского моря вылавливается от 350 до 1200 тыс. т. За последние 10 лет ОДУ минтая не опускался ниже 800 тыс. т, что было достигнуто благодаря рациональному расчету сроков и объемов вылова данного вида, осуществляемого сотрудниками ТИНРО-Центра.

Для получения репрезентативных данных о биологической и промысловой информации ежегодно осуществляется мониторинг промысла минтая наблюдателями ФГБНУ «ТИНРО-Центр» на рыболовных судах.

Проведение данных работ дает относительно адекватное представление об изменениях, происходящих в популяциях, которые могут характеризовать состояние запасов исследуемых объектов. Так, данные, собранные наблюдателями с разных судов, после проведения камеральной обработки позволяют пополнять имеющиеся знания о пространственном распределении изучаемых видов, условиях формирования промысловых скоплений, периодах нереста и нагула, их зависимости от абиотических факторов, определении районов, из которых происходит пополнение популяций молодь, оценки современного состояния запасов и возможности проводить оперативную корректировку объемов возможного годового изъятия указанных видов рыб и усилении природоохранных мер.

Данные исследования способствуют более глубокому пониманию таких определяющих биологических характеристик, как возраст, жизненный цикл, соотношение полов, соотношение стадий зрелости, направление миграционных потоков и факторы, влияющие на степень их интенсивности, эффективность применяемых орудий лова и смертность.

С аналогичной целью по окончании минтаевой путины наблюдатели по возможности остаются на рыболовных судах для получения данных о соотношении полов, стадиях зрелости гонад и размерно-возрастном составе уловов сельди, изъятых из промыслового запаса.

Для достижения цели работы были поставлены задачи:

1) изучить размерно-весовые показатели минтая в Северо-Охотоморской и Западно-Камчатской подзонах Охотского моря;

2) изучить показатели гонад минтая в Северо-Охотоморской и Западно-Камчатской подзонах Охотского моря;

3) изучить степень наполнения желудка минтая в Северо-Охотоморской и Западно-Камчатской подзонах Охотского моря;

4) изучить размерно-весовые показатели сельди в Северо-Охотоморской и Западно-Камчатской подзонах Охотского моря;

5) изучить показатели гонад сельди в Северо-Охотоморской и Западно-Камчатской подзонах Охотского моря;

6) изучить степень наполнения желудка сельди в Северо-Охотоморской и Западно-Камчатской подзонах Охотского моря.

Объем работ, выполненных за период рейса в Охотском море, приведен в таблице.

Объем работ, выполненных в рейсе на судне БМРТ «Пелагиаль» в Охотском море в период с 12 марта по 3 мая 2017 года

Район промысла (зона, подзона) координаты	Сроки работ	Объект исследований	Число рабочих суток	Обслед. глубины мет-ров	Число учетных тралений	Число экз. промера			Число экз. биоанализа		
						Минтай	Сельдь	Прочие	Минтай	Сельдь	Прочие
Северо-Охотоморская подзона (6105.1) 56°36'–57°56' с.ш., 147°22'–152°47' в.д.	12–21.03.2017 01–09.04.2017	Минтай	19	140–450	32	6428	4130	550	292	211	0
Западно-Камчатская подзона (6105.2) 57°16'–59°14' с.ш. 155°07'–157°03' в.д.	22–27.03.2017	Минтай	6	150–380	14	2693	377	461	156	102	13
Западно-Камчатская подзона (6105.2) 59°19'–59°49' с.ш. 156°45'–157°24'	18–23.04.2017	Сельдь	6	135–420	11	2076	2221	225	127	161	0
Тихоокеанская подзона (6103.1) 47°56'–49°06' с.ш. 154°29'–155°34' в.д.	27.04.2017– 01.05.2017	Кальмар командорский	3	250–520	2	25	1	72	0	0	125

Режим работы судна – промысловый, поэтому научные работы выполнялись попутно с основной деятельностью судна.

Материалом для ихтиологических работ являлись траловые уловы. Сбор материалов производился по стандартной методике. Из уловов учетных тралений бралась случайная выборка для массовых промеров (МП) со вскрытием, не менее 200 экз. минтая и сельди. При этом определялись длины АС и АД, масса целой рыбы и масса без внутренностей, стадии зрелости гонад, степень наполнения желудка и пищевого комка. При значимом улове сельди по возможности бралось по 25 экз. сельди на биоанализ (БА) с определением длины АС и АД, полной массы, массы без внутренностей, стадии зрелости гонад, наполнения желудков и жирности. Все данные МП и БА заносились на электронные носители и в журналы измерений.

Северо-Охотоморская подзона, минтай

В Северо-Охотоморской подзоне в марте 2017 г. на борту траулера БМРТ «Пелагиаль» проводились НИР на промысле минтая с 7 по 21 марта.

Здесь вылавливались особи минтая длиной 28–72 см (модальная группа 42–49 см), средняя длина 44,93 см, со средней массой 537,9 г (рис. 1). У самок минтая преобладали III–IV, IV и IV–V стадии зрелости гонад. У самцов преобладала IV стадия зрелости гонад.

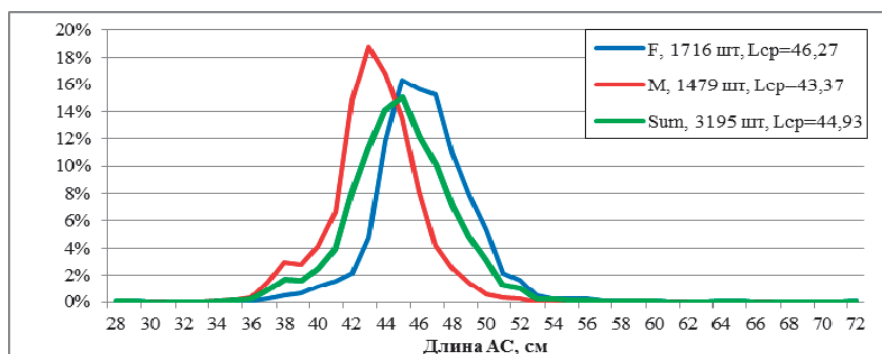


Рис. 1. Размерный состав минтая в Северо-Охотоморской подзоне в марте 2017 г.

В Северо-Охотоморской подзоне в апреле 2017 г. на борту траулера БМРТ «Пелагиаль» проводились НИР на промысле минтая с 1 по 9 апреля.

Здесь вылавливались особи минтая длиной 16–75 см, в среднем 44,25 см, со средней массой 546,06 г (рис. 2). У самок минтая преобладали III–IV и IV стадии зрелости гонад. У самцов преобладала IV стадия зрелости гонад.

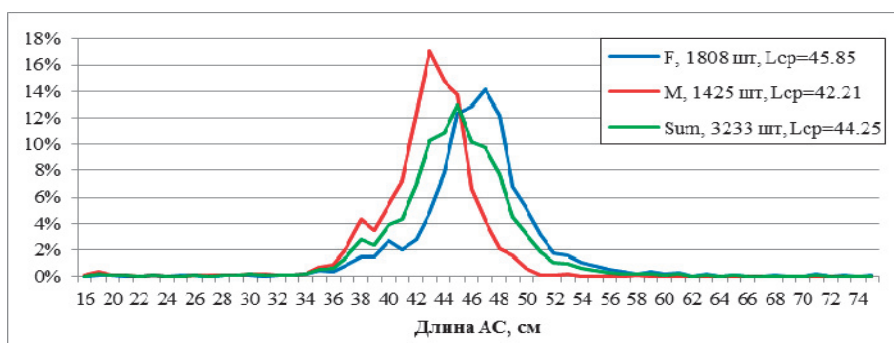


Рис. 2. Размерный состав минтая в Северо-Охотоморской подзоне в апреле 2017 г.

Северо-Охотоморская подзона, сельдь

Значения длины сельди в Северо-Охотоморской подзоне колебались в диапазоне от 15 до 35 см, в основном 28–32 см, в среднем 27,9 см (рис. 3). Масса сельди достигала 283 г, в среднем составила 230 г. У самцов и самок сельди преобладала IV стадия зрелости. Как правило, особи сельди имели нулевые показатели жирности и наполнения желудка.

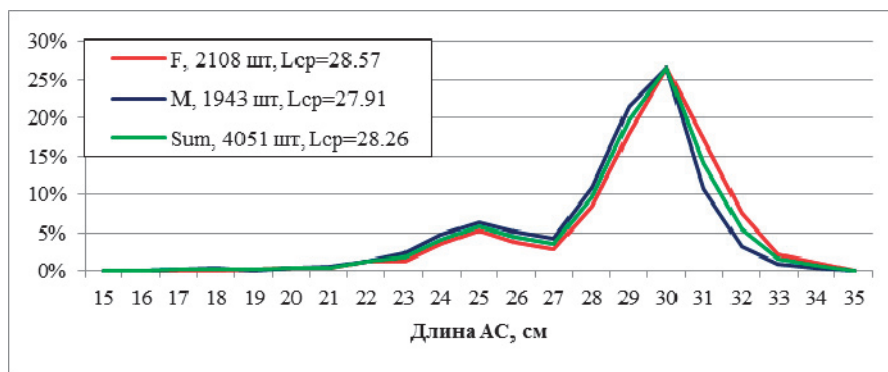


Рис. 3. Размерный состав сельди в Северо-Охотоморской подзоне в марте–апреле 2017 г.

Западно-Камчатская подзона, минтай

В Западно-Камчатской подзоне в марте 2017 г. на борту траулера БМРТ «Пелагиаль» проводились НИР на промысле минтая с 22 по 31 марта.

Здесь вылавливались особи минтая длиной 18–60 см (модальная группа 37–48), в среднем 40,58 см, со средней массой 417 г (рис. 4). У самок минтая преобладали III–IV и IV стадии зрелости гонад. У самцов преобладала IV стадия зрелости гонад. Среди особей минтая в обеих подзонах преобладала нулевая степень наполнения желудка.

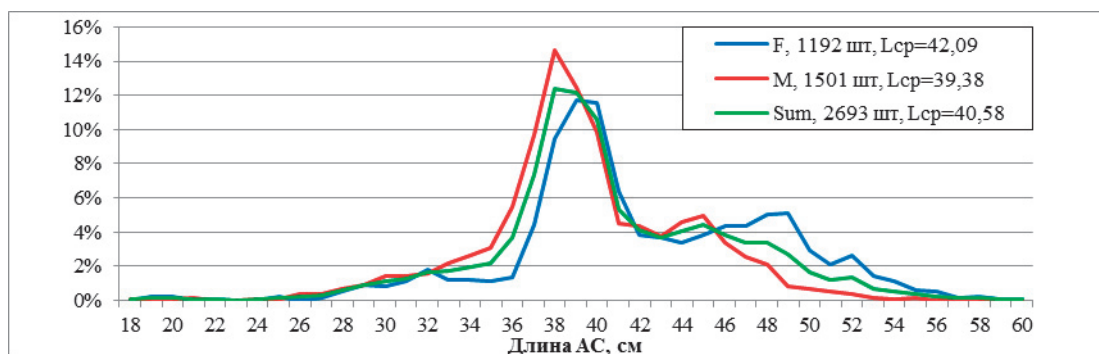


Рис. 4. Размерный состав минтая в Западно-Камчатской подзоне в марте 2017 г.

Западно-Камчатская подзона, сельдь

Работы по сельди (НИР) в Западно-Камчатской подзоне проводились с 18 по 23 апреля.

Здесь вылавливались особи сельди длиной 17–35 см (модальная группа 27–32), в среднем 28,65 см, со средней массой 248 г (рис. 5), преимущественно с нулевым наполнением желудка и жирностью. У самок и самцов сельди преобладала IV стадия зрелости гонад.

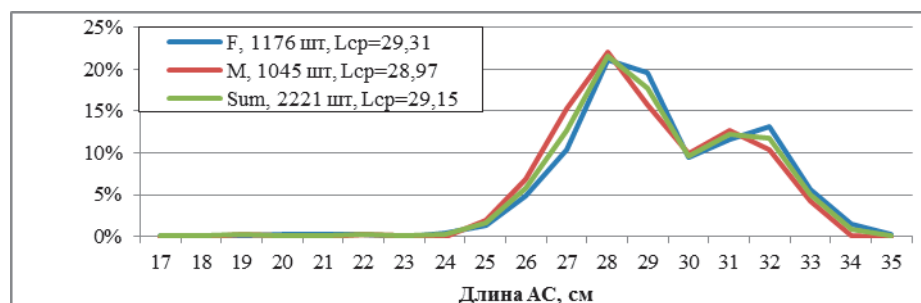


Рис. 5. Размерный состав сельди в Западно-Камчатской подзоне в апреле 2017 г.

На основании проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

1. В марте 2017 г. в Северо-Охотоморской подзоне основной улова был минтай длиной 40–50 см.
2. В марте 2017 г. в Западно-Камчатской подзоне основной улова был минтай длиной 35–49 см.
3. В апреле 2017 г. в Северо-Охотоморской подзоне основной улова был минтай длиной 38–50 см.
4. В марте–апреле 2017 г. в Северо-Охотоморской подзоне основной улова была сельдь длиной 28–32 см.
5. В апреле 2017 г. в Западно-Камчатской подзоне основной улова была сельдь длиной 27–32 см.
6. Наибольший процент самок минтая с IV стадией зрелости гонад был отмечен в марте 2017 г. в Северо-Охотоморской подзоне. В период работ в Западно-Камчатской подзоне отмечена высокая встречаемость неполовозрелых самок ввиду значительного прилова мо-

лоди среди них. В апреле 2017 г. в Северо-Охотоморской подзоне наблюдался высокий процент самок на стадиях зрелости выше IV. Среди самцов минтая преобладала IV стадия зрелости гонад.

7. Особи сельди преимущественно находились на IV стадии зрелости гонад.

8. У минтая и сельди преобладала нулевая степень наполнения желудка, у сельди, как правило, отсутствовал жир.

Список литературы

1. Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб. Изд. 4-е. – М.: Пищевая промышленность, 1966. – 376 с.
2. Тупоногов В.Н., Кодолов Л.С. Полевой определитель. Владивосток. – Владивосток: Русский Остров, 2014. – 336 с.

M.I. Goryunov, A.V. Smirnov
Dalrybvtuz, Vladivostok, Russia

SOME BIOLOGICAL INDICATORS OF POLLOCK AND HERRING IN THE OKHOTSK SEA IN 2017

The main goal of the work is to study some biological indicators of pollock and herring in the Okhotsk Sea.

Сведения об авторах: Горюнов Михаил Игоревич, ВБМ-112, e-mail: mihailgoryunow@yandex.com; А.В. Смирнов, заведующий лабораторией минтая.

УДК 574.2

Е.В.Дзюбенко¹, А.А. Истомина^{1,2}, Н.Н. Бельчева²

¹ ФГБОУ ВО «Дальрыбвтуз», Владивосток, Россия

² ФГБУН «Тихоокеанский океанологический институт им. В.И. Ильичева» ДВО РАН,
Владивосток, Россия

ОБЫЧНАЯ И СИНХРОННАЯ СПЕКТРОФЛУОРИМЕТРИЯ ЖЕЛЧИ РЫБЫ КАК ПОКАЗАТЕЛЬ ЗАГРЯЗНЕНИЯ МОРСКОЙ СРЕДЫ ПОЛИЦИКЛИЧЕСКИМИ АРОМАТИЧЕСКИМИ УГЛЕВОДОРОДАМИ

Обычная спектрофлуориметрия и синхронная спектрофлуориметрия были использованы для определения присутствия метаболитов полициклических ароматических углеводородов (ПАУ) в желчи рыб в лабораторном эксперименте и в полевых исследованиях. Исследование показало, что этот подход хорошо применим для обнаружения метаболитов ПАУ с 2–3, 4 и 5–6 ароматическими кольцами в структуре. В образцах желчи с низким содержанием метаболитов ПАУ с 4 и 5–6 кольцами метод синхронной спектрофлуориметрии был менее чувствителен к обнаружению этих метаболитов по сравнению с методом обычной спектрофлуориметрии. Оба метода мониторинга являются простыми, быстрыми, экономичными по стоимости и отражают реальную картину загрязнения морской среды.

Введение

Полициклические ароматические углеводороды (ПАУ) – распространенные загрязняющие вещества в морской среде. Многие виды ПАУ являются токсичными и канцеро-

генными для живых организмов, вследствие чего важно контролировать их биодоступность и содержание в морских организмах.

Метаболиты полициклических ароматических углеводородов (ПАУ) в желчи рыб используются как биохимические маркеры присутствия ПАУ в водной среде и позволяют провести быструю сравнительную оценку различных акваторий на присутствие ПАУ [1, 2]. В настоящей работе обычная и синхронная спектрофлуориметрии (ОС и СС) были использованы для определения присутствия метаболитов ПАУ в желчи рыб в лабораторном эксперименте и в полевых условиях.

Материал и методы

В лабораторном эксперименте для определения метаболитов ПАУ в желчи пресноводному карпу (*Cyprinus carpio carpio*) внутривентриально вводили нафталин и фенантрен (10 мг/кг), пирен (2,5 мг/кг) и бенз(а)пирен (5 мг/кг), имеющие в своих структурах 2, 3, 4 и 5 бензольных колец соответственно. В полевых исследованиях была проанализирована желчь рыбы из 191 особи рыб (4 вида), выловленных в 6 различных акваториях (1 чистая/контрольная и 5 – загрязненных).

Для измерения флуоресценции образцы желчи разводили 1:1000 в 48%-ном этаноле [2]. При обычной спектрофлуориметрии для определения метаболитов нафталина и фенантрена использовали длины волн возбуждения/эмиссии – 290/335 нм, для метаболитов пирена – 341/383 нм, для метаболитов бенз(а)пирена – 380/430 нм [1]. Для синхронной спектрофлуориметрии была использована $\Delta\lambda = 37$ нм [3].

Результаты и обсуждение

Лабораторный эксперимент показал, что спектры ОС метаболитов для всех четырех ПАУ широки и могут иметь более одного пика: для метаболитов нафталина $\lambda_{\max} = 354$ нм, фенантрена (два пика с $\lambda_{\max 1} = 355$ нм и $\lambda_{\max 2} = 371$), пирена (три пика: $\lambda_{\max 1} = 382$ нм, $\lambda_{\max 2} = 403$ нм и $\lambda_{\max 3} = 434$ нм) и бенз(а)пирена (два пика: $\lambda_{\max 1} = 434$ нм и $\lambda_{\max 2} = 446$ нм). Синхронное сканирование образцов желчи значительно упростило спектры флуоресценции. Так, в спектрах фенантрена, пирена и бенз(а)пирена наблюдается уменьшение числа пиков, и эти спектры представлены единичными узкими пиками для индивидуальных ПАУ. Для метаболитов нафталина и фенантрена λ_{\max} пиков равны 328 нм, для пирена – 382 нм и бенз(а)пирена – 420 нм.

Результаты полевых исследований представлены в таблице как интенсивность флуоресценции. В полевых исследованиях для метаболитов ПАУ с 2–3 кольцами в структуре метод ОС показал, что в желчи красноперки, выловленной у 44-го и 30-го причалов, концентрация их метаболитов с высокой степенью достоверности выше, чем в желчи рыб, выловленных в чистом районе. Для метаболитов ПАУ с 4 кольцами в структуре при исследовании методом ОС наблюдается такая же картина. Для метаболитов ПАУ с 5–6 кольцами в структуре более высокое их содержание наблюдалось только на станции 44-го причала по сравнению с зал. Восток. Сравнение между станциями отлова рыб у берегов г. Владивостока показало, что содержание метаболитов ПАУ можно расположить в следующий ряд: 44-й причал > 30-й причал > Моргородок > Чайка, Океанская.

Для метаболитов ПАУ с 2–3 и 4 кольцами метод СС показал результаты, подобные данным, полученным методом ОС: коэффициенты корреляций между данными, полученными этими методами, равны 0,9859 и 0,9947 соответственно. Однако методом СС из 191 образца желчи только в 81 были обнаружены метаболиты ПАУ с 4 кольцами в структуре. Из-за низкой интенсивности флуоресценции метаболитов ПАУ с 5–6 кольцами при синхронном сканировании образцов желчи эти метаболиты не были обнаружены.

По данным различных авторов по степени загрязнения, в том числе и нефтяными углеводородами, а также ПАУ, станции отлова вдоль побережья г. Владивостока можно расположить в следующий ряд: 44-й причал > 30-й причал > Моргородок > Чайка, Океанская [4, 5]. Наши исследования показали, что уровень метаболитов ПАУ в желчи рыб, выловленных на этих станциях, также соответствует этому ряду.

Интенсивность флуоресценции метаболитов полициклических ароматических углеводов в желчи рыб (среднее значение ± стандартное отклонение)

Вид рыбы	Чистый район	Грязные районы у берегов г. Владивостока (Японское море)				
	Зал. Восток (Японское море)	Станция Океанская	Станция Чайка	Станция Моргородок	Станция 30-й причал	Станция 44-й причал
Метаболиты ПАУ с 2–3 кольцами (290/335 нм)						
Красно-перка	28.4±13.6 n=11	-	27.8±11.6 n=29	36.8±14.7 n=75	77.9±38.2 n=13	130.1±83.3 n=9
Камбала	-	30.7±14.4 n=12	-	40.2±17.3 n=3	-	-
Навага	-	36.8±19.9 n=11	-	60.1±25.1 n=11	-	-
Бычок	-	14.7 n=2	24.1±7.2 n=7	24.1±5 n=8	-	-
Метаболиты ПАУ с 4 кольцами (341/383 нм)						
Красно-перка	3.1±0.7	-	4.4±3.6	4.9±2.7	8.3±4.3	18.3±13.8
Камбала	-	4.2±2.2	-	3.8±0.05	-	-
Навага	-	7.3±4.8	-	12±7.3	-	-
Бычок	-	0.7	0.7±0.6	2.6±1.2	-	-
Метаболиты ПАУ с 5–6 кольцами (380/430 нм)						
Красно-перка	1.3±0.2		0.8±0.2	0.9±0.5	0.9±0.4	2.1±1.1
Камбала	-	1.8±1.1	-	1.9±0.3	-	-
Навага	-	1.7±0.9	-	1.9±1.2	-	-
Бычок	-	0.2	0.3±0.3	1.3±0.8	-	-

Выводы

Результаты исследований показали, что содержание метаболитов ПАУ в желчи рыб можно определять как методом обычной спектрофлуориметрии, так и синхронной спектрофлуориметрии. Для метаболитов ПАУ с 2–3 и 4 кольцами в структуре оба метода показали варьирование максимумов эмиссии. Синхронное сканирование образцов желчи позволяет одновременно определять уровень метаболитов ПАУ с 2–3, 4 и 5–6 кольцами в структурах, однако в образцах желчи с низким содержанием метаболитов ПАУ с 4 и 5–6 кольцами в структуре методом синхронной флуоресценции эти метаболиты не обнаруживались. Наши исследования показали, что данные по содержанию метаболитов ПАУ в желчи рыб отражают реально существующую картину загрязнения в исследованных акваториях. Используемые в данной работе спектрофлуориметрические методы позволяют быстро определить присутствие ПАУ в большом количестве образцов желчи рыб, поэтому рационально применять эти методы в целях сравнительного мониторинга за загрязнением морской среды полициклическими ароматическими углеводородами.

Список литературы

1. Aas E., Beyer J., Goksøyr A. Fixed wavelength fluorescence (FF) of bile as a monitoring tool for polyaromatic hydrocarbon exposure in fish: an evaluation of compound specificity, inner filter effect and signal interpretation // *Biomarkers*. – 2000. – V. 5, № 1. – P. 9–23.

2. Neves R. L.S., Oliveira T.F., Ziolli R.L. Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH) in fish bile (Mugil liza) as biomarkers for environmental monitoring in oil contaminated areas // Mar. Pollut. Bull. – 2007. – V. 54. – P. 1813–1838.

3. Ariese F., Kok S.J., Verkaik M., Gooijer C., Velthorst N.H., Hofstraat J.W. Synchronous fluorescence spectrometry of fish bile: A rapid screening method for the biomonitoring of PAH exposure // Aquatic Toxicology. – 1993. – V. 26. – P. 273–286.

4. Мишуков В.Ф., Калинин В.В., Плотников В.В., Войцыцкий А.В. Влияние дампинга загрязненных грунтов на экологическое состояние прибрежных вод г. Владивосток // Изв. ТИНРО. – 2009. – Т. 159. – С. 243–256.

5. Качество морских вод по гидрохимическим показателям – 2013. Ежегодник 2013 / под ред. А.Н. Коршенко. – М.: Наука, 2014. – 200 с. Электронный ресурс: <http://oceanography.ru/index.php/2013-05-26-11-48-40>.

E.V. Dzyubenko¹, A.A. Istomina^{1,2}, N.N. Belcheva²

¹ Dalrybvtuz, Vladivostok, Russia

² V.I. Ilyichev Pacific Oceanological Institute, Far East Branch, Russian Academy of Sciences, Vladivostok, Russia

FIXED WAVELENGTH AND SYNCHRONOUS FLUORESCENCE OF FISH BILE AS A MONITORING TOOL FOR POLYAROMATIC HYDROCARBON MARINE POLLUTION

In the present study fixed wavelength fluorescence (FF) and synchronous fluorescence spectrometry (SFS) of fish bile has been used to detect the presence of metabolites of PAHs in the bile of fish in laboratory experiment and in the field investigation. The study showed that this approach is well suited for monitoring PAH metabolites with 2-3, 4 and 5-6 aromatic rings in the structure. Because of low intensity of fluorescence of metabolites of PAH with 4 and 5-6 rings at synchronous scanning of samples of bile these metabolites have not been detected. Both methods of monitoring are simple, fast, economical in cost and reflect a real picture of pollution of the marine environment.

Сведения об авторах: Дзюбенко Евгения Владимировна, студентка 4-го курса; Истомина Александра Анатольевна, канд. биол. наук, научный сотрудник ТОИ ДВО РАН, старший преподаватель кафедры «Водные биоресурсы и аквакультура» ФГБОУ ВО «Дальрыбвтуз», e-mail: s-istomina1@mail.ru; Бельчева Нина Николаевна, канд. биол. наук, ведущий научный сотрудник, e-mail: belcheva@poi.dvo.ru.

УДК 551.467; 528.88

В.А. Дубина^{1,2}, В.В. Плотников^{1,2}

¹ ФГБОУ ВО «Дальрыбвтуз», Владивосток, Россия

² ФГБУН «Тихоокеанский океанологический институт им. В.И. Ильичева» ДВО РАН, Владивосток, Россия

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОВРЕМЕННОЙ РОССИЙСКОЙ СПУТНИКОВОЙ ИНФОРМАЦИИ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ЭКОЛОГИИ И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ

Представлены характеристики аппаратуры, размещённой на российских спутниках, приведены примеры спутниковых продуктов и области их возможного применения.

В настоящее время планированием съёмки Земли с российских космических аппаратов и вопросами распространения данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) занимается Научный центр оперативного мониторинга Земли (НЦ ОМЗ) государственной

корпорации «Российские космические системы» («Роскосмос») (<http://www.ntsomz.ru/>). Эта организация предлагает пользователям как архивную информацию, так и оперативную, запланированную по просьбе заказчиков. К маю 2017 г. на орбите находятся шесть функционирующих российских спутников исследования Земли. НЦ ОМЗ принимает заявки на получение оперативных данных ДЗЗ с пяти спутников: трёх однотипных «Ресурс-П» (№ 1–3), «Метеор-М» № 2 и «Канопус-В». Условия получения данных и правила оформления заявок можно найти на сайте <http://www.ntsomz.ru/>. Характеристики *некоторых* приборов, размещённых на этих космических аппаратах, приведены в таблице.

В рамках договора с «Роскосмосом» в начале года формируются заявки от институтов РАН. Правила и рекомендации по оформлению заявок приведены в [1]. На каждый спутник составляется своя заявка в виде таблицы (размещены на сайте НЦ ОМЗ) и файлов в форматах ArcView (shape-файлы), которые описывают районы съёмки. В таблицах указываются координаты района съёмки, состав снимающей аппаратуры, каналы (длины волн), интервал дат, периодичность съёмки и другие параметры. Периодичность (частота) съёмки зависит от аппаратуры и размера района съёмки. Например, при формировании заявки на съёмку внешнего рейда порта Владивосток сотрудниками НЦ ОМЗ были рекомендованы периодичности: для «Метеор-М» – 10 сут, для «Канопус-В» – 45 сут и для «Ресурс-П» – 10 сут. Заявка ТОИ ДВО РАН включает съёмку с трёх аппаратов отдельных районов и акваторий Дальнего Востока. Заявка отправлялась по электронной почте. Результаты космической съёмки порциями размещаются на FTP-серверах через несколько суток после съёмки. Данные поставляются в графических форматах, в случае заявки ТОИ ДВО РАН – в формате GeoTIFF.

Про данные со спутника «Канопус-В» сказать что-то конструктивное пока трудно, а примеры изображений со спутников «Метеор-М» и «Ресурс-П» показаны на рис. 1–3.

На спутнике «Метеор-М» кроме приборов, приведённых в таблице, установлены микроволновый радиометр МТВЗА-ГЯ, бортовой радиокомплекс – система сбора и передачи данных БРК ССПД, инфракрасный Фурье-спектрометр ИКФС-2 и гелиогеофизический аппаратный комплекс ГГАК-М. Спутник считается «метеорологическим» и передаёт данные МТВЗА-ГЯ, ССПД и уменьшенные изображения КМСС в реальном режиме времени в международном формате передачи LRPT. Пространственное разрешение 60 м позволяет использовать изображения для широкого круга задач (при отсутствии облачности). Измерения на 3 каналах МСУ-100 поступают в ТОИ в виде одного RGB-изображения (2 байта на канал) в формате GeoTIFF с географической коррекцией, сделанной в проекции UTM. Рисунок 1 выполнен на основе такого изображения, которому сделана коррекция гистограммы, добавлены береговая черта и координатная сетка. Исходное изображение имеет размер 15398 на 25519 пикселей (2 380 826 КБ). Реальная ширина полосы съёмки – примерно 510 км. То есть заявленная ширина полосы обзора 900 км, очевидно, означает одновременную съёмку двумя камерами. При полном разрешении изображение выглядит немного «не в фокусе» (рис. 2). Поэтому актуальное разрешение можно считать 100–120 м. По границам снимка видно, что все три канала пространственно не совпадают. Поэтому «расфокусировка», вероятно, происходит при географическом согласовании растров отдельных каналов относительно друг друга. По сравнению с изображениями спектрометрических MODIS (ширина полосы съёмки 2 230 км, разрешение 250 м) данный продукт позволяет получить более детальную информацию, например, как на рис. 1, о структуре ледяного покрова вокруг Сахалина.

Самый маленький синий прямоугольник на рис. 1 очерчивает границы увеличенного фрагмента, приведённого на рис. 2, на котором, в свою очередь, показана граница изображения, полученного камерой «Геотон» со спутника «Ресурс-П № 2» 20 марта 2017 г. Измерения выполнены в панхроматическом режиме в полосе обзора 14 км и переданы пользователям в виде графического файла в формате GeoTIFF (режим градации серого, 16 бит на пиксель). Размер пикселя равен 0,6217 x 0,6217 м. Размерность географически скорректированного в проекции UTM54 изображения составляет 34 556 x 52 890 пикселей (3 569 715 КБ). На рис. 3 представлен фрагмент этого изображения размером примерно 370 на 370 м, на котором среди ледяного покрова Охотского моря видна первая в России морская газодобывающая платформа Лунская – А (ЛУН-А). Качество и пространственное разрешение камеры «Геотон» позволяют определять наличие и высоту торосов в ледяном по-

крове, стамух, следить за крупными морскими млекопитающими. Размер пикселей получаемых этим прибором изображений зависит от угла визирования и колеблется в пределах 0,6–1,5 м, что создаёт определённые трудности при географическом сведении снимков, полученных за разные сроки. Результаты съёмки в отдельных спектральных каналах также поступают в виде отдельных графических файлов в градациях серого в формате GeoTIFF. Качество измерений на разных каналах сильно варьирует.

В заключение можно сказать, что в целом спутниковые продукты с российских космических аппаратов имеют удовлетворительное качество, но низкая периодичность съёмки и неоперативность снижают их достоинства. Следует отметить, что измерения со спутников «Ресурс-П» в панхроматическом режиме по пространственному разрешению, качеству геопривязки и другим параметрам не уступают лучшим мировым аналогам.

Работа частично поддержана грантом ДВО РАН 15-I-1-038 "Дальний Восток".

Характеристики некоторых приборов, установленных на российских космических аппаратах

Спутник	Прибор	Ширина полосы съёмки, км	Пространственное разрешение, м	Каналы
«Метеор-М»	КМСС (комплекс многозональной спутниковой съёмки) МСУ-50 (многозональное сканирующее устройство)	900	120	синий: 0,37–0,45 мкм зеленый: 0,45–0,51 мкм красный: 0,58–0,69 мкм
	КМСС (комплекс многозональной спутниковой съёмки) МСУ-100 (2 камеры) (многозональное сканирующее устройство)	900	60	зеленый: 0,535–0,675 мкм красный: 0,630–0,680 мкм ближний ИК: 0,760–0,900 мкм
	МСУ-МР (многозональное сканирующее устройство малого разрешения)	2800	1000	красный: 0,5–0,7 мкм ближний ИК: 0,7–1,1 мкм средний ИК: 1,6–1,8 мкм средний ИК: 3,5–4,1 мкм дальний ИК: 10,5–11,1 мкм дальний ИК: 11,5–12,5 мкм
	БРЛК «Северянин-М» (бортовой радиолокационный комплекс)	>= 600	400–1300	
«Канопус-В»	ПСС (панхроматическая съёмочная система)	23	2,7	0,54–0,86 мкм
	МСС (многозональная съёмочная система)	20	12,0	синий: 0,46–0,51 мкм, зеленый: 0,51–0,60 мкм, красный: 0,63–0,69 мкм, ближний ИК: 0,75–0,84 мкм
«Ресурс-П»	«Геотон»			
	Панхроматическая съёмка	32	<=1,0	0,58–0,80 мкм
	Многоспектральная съёмка	38	<=3,0	0,42–0,52 мкм 0,52–0,60 мкм 0,61–0,68 мкм 0,72–0,80 мкм
	Съёмка в красном диапазоне волн		<=3,0	0,67–0,7 мкм 0,70–0,73 мкм 0,80–0,90 мкм
	Съёмка в ИК-диапазоне волн		<=3,0	

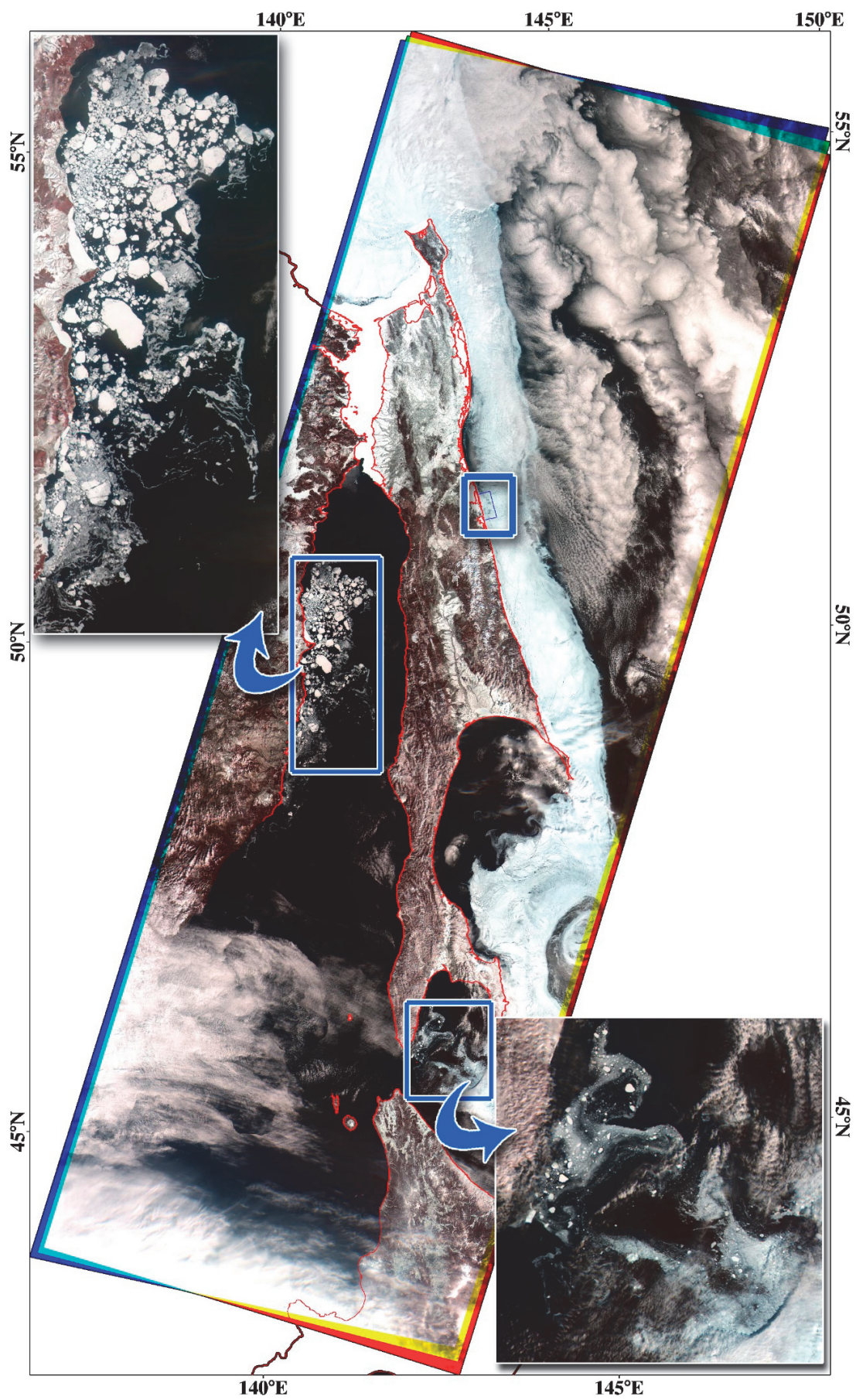


Рис. 1. Изображение о. Сахалин и прилегающих акваторий, полученное радиометром МСУ-100 со спутника «Метеор-М № 1» 30 марта 2017 г.

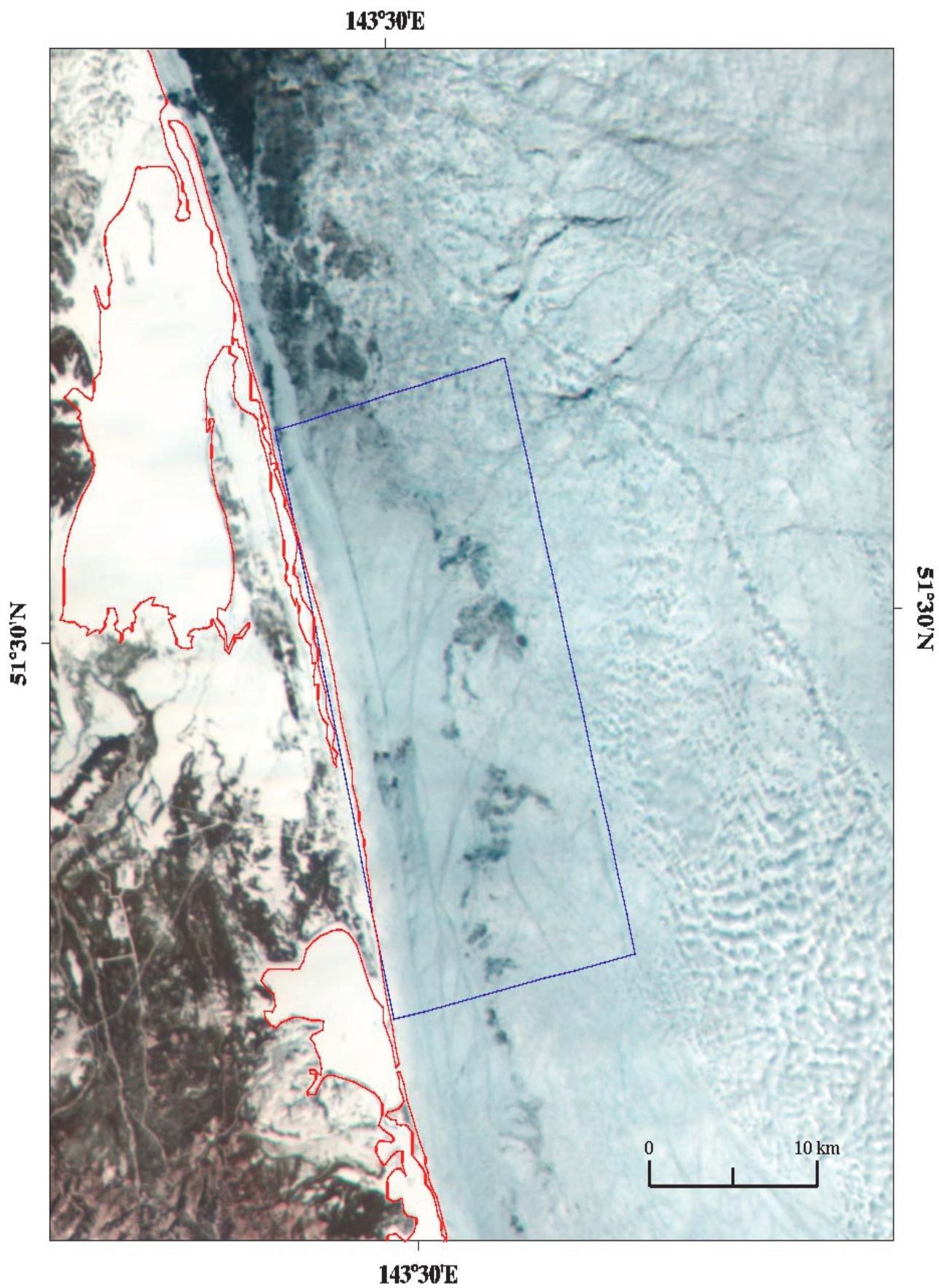


Рис. 2. Увеличенный фрагмент изображения, показанного на рис. 1, прямоугольник очерчивает границы изображения, принятого со спутника «Ресурс-П1», фрагмент которого приведён на рис. 3

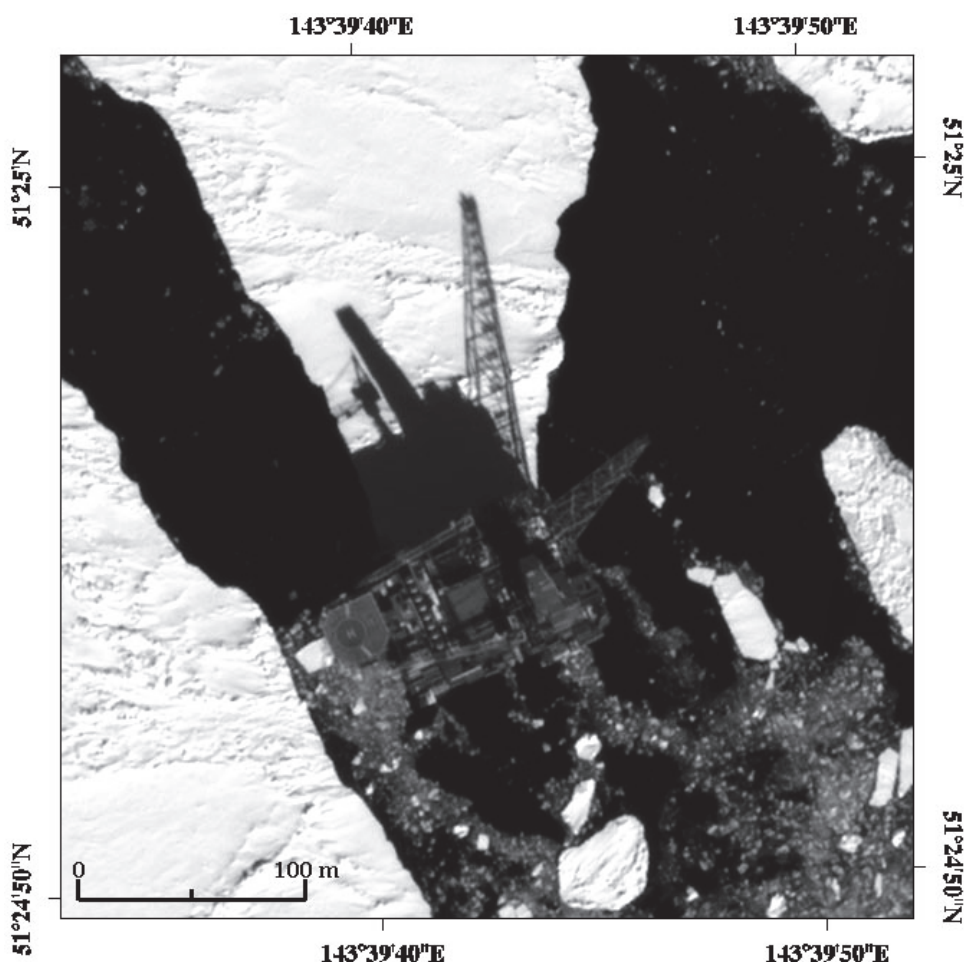


Рис. 3. Изображение первой в России морской газодобывающей платформы «Лунская–А» (ЛУН-А), полученное камерой «Геотон» со спутника «Ресурс-П № 2» 22 марта 2017 г.

Список литературы

Рекомендации по формированию заявок на космическую съемку и предоставление данных ДЗЗ, получаемых с российских КА // М.: Госкорпорация «Роскосмос» АО «Российские космические системы» Научный центр оперативного мониторинга Земли, 2016. – 31 с. (Рукопись).

V.A. Dubina^{1,2}, V.V. Plotnikov^{1,2}

¹ Dalrybvtuz, Vladivostok, Russia

² V.I.Ilichev Pacific Oceanological Institute Far Eastern Branch of Russian Academy of Sciences, Vladivostok, Russia

USE OF THE MODERN RUSSIAN SATELLITE DATA FOR ECOLOGY AND ENVIRONMENTAL MANAGEMENT

Features of the equipment placed on russian satellites, examples of satellite products and field of their using are presented.

Сведения об авторах: Дубина Вячеслав Анатольевич, канд. геогр. наук, доцент кафедры «Экология и природопользование»; Плотников Владимир Викторович, доктор геогр. наук, профессор кафедры «Экология и природопользование», e-mail: dubina@poi.dvo.ru.

Е.С. Еремеева, Е.Н. Пономарева
Астраханский государственный технический университет (АГТУ)
Астрахань, Россия

ИНВАЗИОННЫЕ ВИДЫ НИЖНЕГО ТЕЧЕНИЯ ДОНА И АЗОВСКОГО МОРЯ

Представлены данные о соотношении и количестве инвазионных видов в уловах с 2003 по 2016 гг. Описаны пути проникновения и причины появления инвазионных видов в Азовском море, динамика увеличения численности и освоения водоемов определенными видами-вселенцами, а также ущерб от биологического загрязнения – инвазий видов-вселенцев. Дана оценка состояния Азовского моря и нижнего течения Дона в результате вселения чужеродных видов.

Проблема изучения и сохранения ихтиофауны Азовского моря крайне актуальна в современных условиях интенсивного антропогенного преобразования экосистемы бассейна. Появление видов-вселенцев в Азовском море в значительном количестве, их массовое распространение, конкуренция с аборигенными видами за пищевые ресурсы и экологические ниши являются поводом для оценки и изучения негативного влияния и ущерба, наносимого инвазионными видами в новых местах обитания.

Биологические инвазии чужеродных видов являются глобальной экологической проблемой, которая находится под пристальным вниманием различных специалистов, так как в последние десятилетия отмечается значительное возрастание процесса проникновения видов-вселенцев в экосистемы [4].

Инвазионный вид – это биологический вид, распространившийся в результате деятельности человека, существование которого угрожает биологическому многообразию.

Вселение чужеродных видов в настоящее время является значительной частью глобальных изменений биосферы, оказывающей значительное влияние на биоразнообразие экосистем. Зачастую последствия инвазий могут наносить значительный экономический ущерб и представлять опасность для здоровья людей. Наиболее известен и хорошо изучен процесс вселения экзотических видов в морские экосистемы. Этому способствуют, с одной стороны, относительно незначительные изменения солёности при переносе инвазивных видов из одной морской экосистемы в другую и, с другой стороны, наличие планктонной личинки у большинства морских бентосных организмов [1]. Однако значительной инвазионной ёмкостью обладают и эстуарные системы, что обусловлено, по-видимому, несколькими причинами. Это, во-первых, неустойчивость условий и обеднённый видовой состав, благодаря чему в них могут иметься «незанятые» ниши. Также среди эстуарных форм значительное количество ценофобов, легко встраивающихся в экосистемы-акцепторы [1].

Азовское море – морской водоём эстуарно-шельфового типа, характеризующийся малой инертностью и стремительной реакцией на естественные и антропогенные воздействия. В связи с этим изучение чужеродных видов, путей их проникновения, уровня воздействия на экосистемы в настоящее время является одной из ключевых задач гидробиологии.

В настоящее время процесс вселения экзотических видов идёт значительными темпами из-за того, что многие суда не соблюдают требования по своевременной замене балластных вод, это приводит к попаданию в экосистему-акцептор голопланктонных видов и планктонных личинок бентосных организмов.

Цель нашей работы – рассмотреть ситуацию с видами-вселенцами в Черном и Азовском морях. Это достаточно важно потому, что указанные моря уже неоднократно служили транзитными водоемами при распространении новых видов в Каспийское и Средиземное моря.

Для достижения данной цели были поставлены следующие задачи:

- описать видовое разнообразие нижнего течения Дона и Азовского моря;

- рассмотреть пути проникновения и причины появления инвазионных видов в Азовском море;
- оценить и описать соотношение инвазионных и аборигенных видов в уловах и ущерб от биологического загрязнения – инвазий видов-вселенцев;
- оценить состояние Азовского моря и нижнего течения Дона в результате вселения чужеродных видов.

Ихтиофауна Азовского моря сформировалась главным образом как миграционная и имеет сложный генезис, включая представителей разных фаунистических комплексов: средиземноморского, понто-каспийского, бореально-атлантического и пресноводного. Поскольку соленость Азовского моря почти в 3 раза ниже солёности Мирового океана, в новом бассейне наиболее конкурентоспособными оказались эвригалитные виды и понто-каспийские эндемики, здесь обычны представители ихтиофауны внутренних водоемов, особенно велико значение проходных и полупроходных видов (осетровые рыбы, черноморско-азовская проходная сельдь, рыбец, шемая, лещ, полупроходная форма плотвы (тарань), судак и др.), размножающихся в реках и лиманах [2].

Азовское море – весьма привлекательный для видов-вселенцев водоем, имеющий значительный потенциал для проникновения чужеродных организмов, что связано с гидрологическими условиями и его высокой биологической емкостью. Наиболее важными характеристиками моря являются неустойчивый солевой режим и достаточно высокий спектр солёности в различных частях, что создает необходимые условия для адаптации как дальних, так и ближних вселенцев морских, солоноватоводных и пресноводных видов [6].

Согласно данным исследования ихтиофауна Таганрогского залива и р. Свиное гирло была представлена 43 видами рыб из 10 семейств. Наиболее полно были представлены рыбы семейств: карповые – 20 видов, сельдевые – 5 видов, бычковые – 5 видов и далее: окуневые – 4 вида, осетровые – 2 вида, сомовые – 2 вида, игловые, кефалиевые, щуковые, харациновые – по 1 виду (рис. 1).

Основу улова составили представители карповых видов: тарань – 28,3 %, серебряный карась – 24,8 %, красноперка – 9,6 %. Также в уловах имелось достаточное количество судака – 3,3 %. Доля пиленгаса в уловах равнялась 4,7 %.

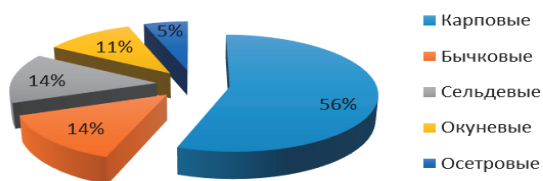


Рис. 1. Представители различных семейств в уловах 2014 г.

Согласно данным в выловах отмечено большое количество инвазионных видов рыб, таких как пиленгас, белый и пестрый толстолобик, амурский чебачок, белый амур и каспийский бычок-головач. По сравнению с предыдущими годами можно заметить, что в выловах значительно увеличилось количество пиленгаса, что говорит об успешном освоении водоема данным видом (рис. 2).

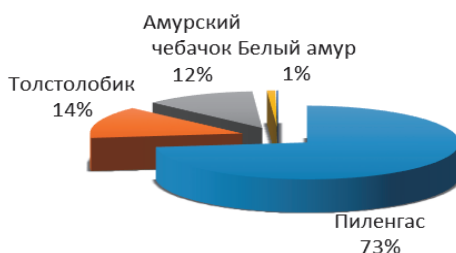


Рис. 2. Соотношение основных инвазионных видов в уловах с 2003 по 2016 гг.

Из выловленных во время исследований видов рыб было отмечено несколько представителей дальневосточной ихтиофауны (пиленгас, белый толстолобик, белый амур) и случайно попавший в воды Азовского бассейна (амурский чебачок) (рис. 3). Белый амур и белый толстолобик не способны к нересту в естественных водоемах, и попадание их в уловы можно считать случайным, как рыб, упущенных с рыбоводных предприятий. Численность данных видов в естественных водоемах невелика, и, соответственно, большой конкуренции аборигенным видам они не составляют [3].

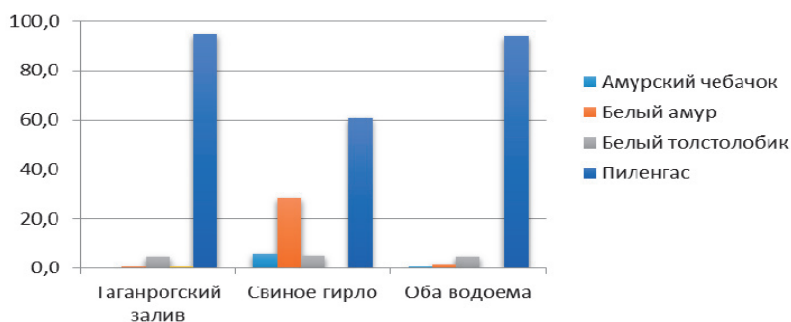


Рис. 3. Соотношение основных представителей дальневосточной ихтиофауны в уловах с 2003 по 2016 г.

Как видно на графике (рис. 3), основную часть в выловах составляет пиленгас, вселенный в бассейны Черного и Азовского морей с Дальнего Востока, а также амурский чебачок и толстолобик.

Амурский чебачок в основном встречается только в Свином гирле. Эта мелкая рыба, не имеющая хозяйственного значения, судя по уловам, имеет достаточно большую численность в протоках дельты Дона и может составлять пищевую конкуренцию молоди промысловых рыб. С другой стороны, амурский чебачок сам служит пищей хищным пресноводным рыбам [5].

Из видов-вселенцев наиболее полно к новым условиям обитания приспособился пиленгас. На рис. 4 представлено соотношение рыб-аборигенов и рыб-вселенцев в уловах в Таганрогском заливе, Свином гирле и исследуемых водоемах в целом.

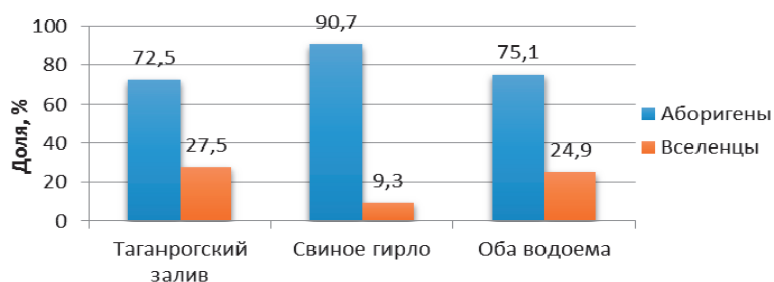


Рис. 4. Соотношение интродуцированных и аборигенных видов рыб по массе в 2014 г.

К редким вселенцам относятся американский сом, а также бычок-головач.

Из экзотических вселенцев наиболее известна пиранья. Она появилась в Азово-Донском бассейне в результате деятельности человека. В период с 2003 по 2016 г. в выловах отмечена одна особь данного вида, но это уже дает повод для беспокойства, так как данный вид является хищником и может нанести значительный ущерб экосистеме водоема.

Исследования выполняли на береговой научно-экспедиционной базе «Кагальник» Южного научного центра Российской академии наук.

Исследуемые виды рыб вылавливались ежедневно в Таганрогском заливе и в р. Свиное гирло. Вылов осуществлялся рано утром, около 6 ч и вечером, около 9 ч. Для выезда в

Таганрогский залив были использованы катера с подвесным мотором «Мастер-540» и «Мастер-450». Постановка сетей в Свином гирле осуществлялась с весельных лодок. Для вылова рыбы применялись жаберные сети с размером ячеи 14–50 мм и ставные сети с размером ячеи от 25 до 100 мм.

Вся выловленная рыба сортировалась по видам, далее для каждой особи проводился полный биологический анализ, т.е. определялись пол рыбы, стадия зрелости, степень ожирения и т.д. Рыбу измеряли и взвешивали. Взвешивание проводили поштучно на электронных весах: мелкую рыбу (до 10 г) с точностью до 0,1 г, рыб массой до 5 кг – с точностью до 1 г и рыб весом более 5 кг – до 10 г. Измерение производили при помощи линейки.

Все данные заносились в ихтиологический журнал. Результаты исследований обрабатывали статистически, с применением программы «Microsoft Excel». В дальнейшем руководствовались стандартными методиками ихтиологических исследований.

Заключение

В целом можно сделать следующее общее заключение: присутствие видов-вселенцев в Черном и Азовском морях уже значительно. Случайно занесенные и направленно акклиматизированные виды могут успешно завоевывать эти моря, оказывая существенное влияние на аборигенные виды и их сообщества, вызывая при этом негативные последствия.

Вероятно, ущерб от биологического загрязнения – инвазий видов-вселенцев превосходит все другие ущербы, наносимые среде человеческой деятельностью, поэтому необходимы безотлагательная разработка государственной программы изучения проблемы и разработка плана действий по предотвращению новых инвазий в Черное и Азовское море.

Список литературы

1. Булышева Н.И. Роль вселенцев в формировании структуры, биоразнообразия и продуктивности эстуарных экосистем Азовского и Чёрного морей. – Ростов н/Д: Изд-во ЮНЦ РАН, 2010. – С. 20–27.

2. Васильева Е.Д., Лужняк В.А. Рыбы Азовского моря и нижнего течения рек Азовского бассейна. – Ростов н/Д: Изд-во ЮНЦ РАН, 2013 – 232 с.

3. Воловик С.П., Пряхин Ю.В. Состояние азовской популяции пиленгаса и проблемы ее освоения. – Ростов н/Д: Феникс, 1997. – С. 210–217.

4. Иванов В.П., Егорова В.И. Основы ихтиологии: учеб. пособие. – 2-е изд., доп. и уточн. – Астрахань: Изд-во АГТУ, 2008. – 336 с.

5. Старцев А.В., Калинин Б.Д. Гидрологические и ихтиологические наблюдения в Таганрогском заливе и устье Дона / под общ. ред. акад. Г.Г. Матишова. – Ростовн/Д: Изд-во ЮНЦ РАН, 2008. – 88 с.

6. Троицкий С.К., Цуникова Е.П. Рыбы бассейнов Нижнего Дона и Кубани. – Ростов н/Д: Ростов. кн. изд-во, 1988. – 112 с.

E.S. Eremeeva, E.N. Ponomareva
Astrakhan State Technical University (ASTU) Astrakhan

INVASIVE SPECIES THE LOWER REACHES OF THE DON AND THE AZOV SEA

Data on the ratio and number of invasive species in catches from 2003 to 2016 are presented. The ways of penetration and the causes of the appearance of invasive species in the Sea of Azov are described, the dynamics of the increase in the number and development of water bodies by certain invasive species, and also the damage from biological pollution - invasions of invasive species. An assessment of the status of the Sea of Azov and the lower reaches of the Don as a result of introduction of alien species is given.

Сведения об авторах: Пономарева Елена Николаевна, доктор биол. наук, профессор; Еремеева Евгения Сергеевна, магистрант.

А.Ю. Жилин, Н.Ф.Плотицына, А.М. Бондарь
ФГБНУ «ПИНРО», Мурманск, Россия

СОДЕРЖАНИЕ ПОЛИЦИКЛИЧЕСКИХ АРОМАТИЧЕСКИХ УГЛЕВОДОРОДОВ (ПАУ) В ПРОМЫСЛОВЫХ РЫБАХ БАРЕНЦЕВА МОРЯ

*Исследованы уровни содержания 19 ПАУ в рыбах Баренцева моря, выловленных в различных промысловых районах. Всего проанализировано 146 проб (73 пробы мышц и 73 пробы печени) атлантической трески (*Gadus morhua*), пикши (*Melanogrammus aeglefinus*), сайды (*Pollachius virens*), камбалы-ерша (*Hippoglossoides platessoides*), морской камбалы (*Pleuronectes platessa*), синей зубатки (*Anarhichas denticulatus*), полосатой зубатки (*Anarhichas lupus*), пятнистой зубатки (*Anarhichas minor*), золотистого окуня (*Sebastes marinus*), окуня-клювача (*Sebastes mentella*) и черного палтуса (*Reinhardtius hippoglossoides*).*

Полученные результаты подтверждают незначительный уровень загрязнения мышц и печени промысловых рыб Баренцева моря ПАУ, в том числе проявляющими канцерогенную активность. Оценить опасность накопления в рыбах ПАУ при употреблении в пищу не представляется возможным из-за отсутствия российских нормативных документов по содержанию этих соединений в сырой рыбе.

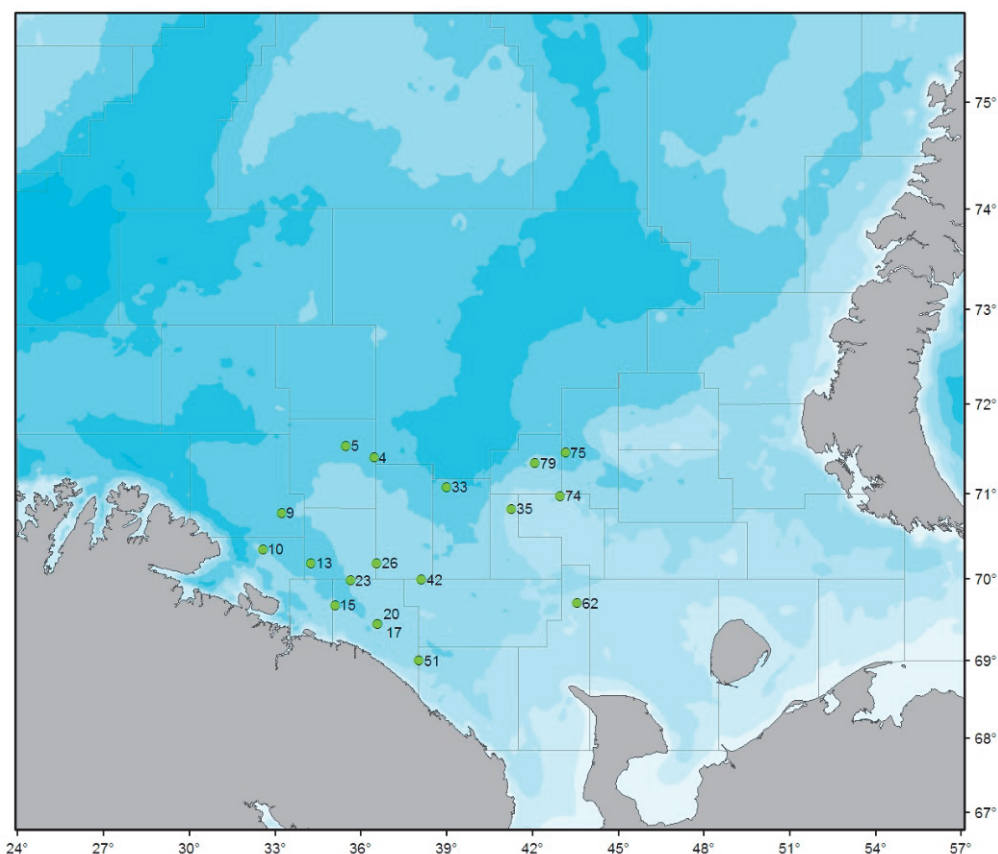
В настоящее время загрязнение Мирового океана ПАУ носит глобальный характер. Абиотические и биотические природные процессы способствуют формированию незначительного уровня загрязнения ПАУ. Повышенное содержание ПАУ в морях и океанах обусловлено главным образом источниками антропогенного происхождения: континентальным стоком, сбросом производственных и хозяйственно-бытовых сточных вод, транспортным и индустриальным освоением акваторий, аварийными выбросами нефтяных углеводородов, а также процессами дальнего атмосферного переноса [1].

Основную ответственность за канцерогенную и мутагенную активности несут ПАУ с 4–6 бензольными кольцами в молекуле. Наиболее характерным соединением является бенз(а)пирен. Его доля в спектре обычно определяемых ПАУ невелика. Вместе с тем активная циркуляция в биосфере, высокая молекулярная устойчивость и значительная проканцерогенная активность позволяют считать бенз(а)пирен индикаторным соединением, по величине содержания которого оценивается степень загрязнения биосферы канцерогенными ПАУ [2]. Распределение ПАУ в морских организмах отличается крайней неоднородностью и тяготением повышенного содержания к системам депонирования, а также к органам и тканям с высоким содержанием жиров. Из 49 соединений ПАУ, подвергнутых международной экспертной оценке, выделено 10 соединений, потенциально опасных для животных и человека. Это бенз(а)антрацен, бенз(б)флуорантен, бенз(а)пирен, дибенз(а, h)антрацен, индено(1,2,3-cd)пирен и др. [2].

В качестве критериев загрязненности промысловых рыб были использованы санитарно-эпидемиологические правила и нормативы для продовольственного сырья и пищевых продуктов (СанПиН 2.3.2.1078-01) [3], Норвежское руководство по классификации качества биоты и окружающей среды в фиордах и прибрежных водах [4], а также фоновое содержание ПАУ в морских гидробионтах по литературным данным [5, 6].

Исследованы уровни содержания 19 ПАУ в рыбах Баренцева моря, выловленных в различных промысловых районах, которые представлены на рисунке. Всего проанализировано 146 проб (73 пробы мышц и 73 пробы печени) атлантической трески (*Gadus morhua*), пикши (*Melanogrammus aeglefinus*), сайды (*Pollachius virens*), камбалы-ерша (*Hippoglossoides platessoides*), морской камбалы (*Pleuronectes platessa*), синей зубатки (*Anarhichas denticulatus*), полосатой зубатки (*Anarhichas lupus*), пятнистой зубат-

ки (*Anarhichas minor*), золотистого окуня (*Sebastes marinus*), окуня-клювача (*Sebastes mentella*) и черного палтуса (*Reinhardtius hippoglossoides*).



Станции отбора проб рыбы в Баренцевом море
(НИС «Фритъоф Нансен», рейс № 104, февраль 2016 г.)

Отбор, подготовка и химический анализ биологических проб выполнены в соответствии с методическими руководствами [7–9]. Полициклические ароматические углеводороды (19 соединений): нафталин, 1-метилнафталин, 2-метилнафталин, аценафтилен, аценафтен, флуорен, фенантрен, антрацен, флуорантен, пирен, бенз(а)антрацен, хризен, бенз(б)флуорантен, бенз(к)флуорантен, бенз(а)пирен, перилен, индено(1,2,3-сд)пирен, дибенз(а,н)антрацен, бенз(г,н,и)перилен – определялись методом хромато-масс-спектрометрии с использованием хромато-масс-спектрометрической системы Agilent 6890N/5973 фирмы Agilent Technologies (США) с кварцевой капиллярной колонкой HP-5 MS длиной 30 м. Идентификация индивидуальных соединений проводилась в режиме SIM (селективный мониторинг ионов). Количественное определение проводилось с использованием многоуровневой (многоочечной) калибровки тестовыми смесями, приготовленными из сертифицированных кристаллических ПАУ фирмы Sigma-Aldrich (США). Автоматическая обработка результатов анализа выполнялась в соответствии с программой ChemStation фирмы Agilent Technologies. Для внутреннего контроля качества аналитических работ использовался сертифицированный стандартный образец SRM 2974а (хлороорганические соединения, ПАУ и ртуть в лиофилизированной ткани мидии), Национальный институт стандартов (США).

В России отсутствуют нормативы содержания ПАУ в морской рыбе, нормируется только содержание бенз(а)пирена в копченой рыбной продукции. Данные о суммарном содержании 19 ПАУ в мышцах и печени промысловых рыб Баренцева моря в феврале 2016 г. представлены в таблице.

**Суммарное содержание ПАУ в промысловых рыбах Баренцева моря,
нг/г сырой массы**

Вид рыбы	Мышцы	Печень
Треска	4,90 ± 2,20	366 ± 107
Пикша	4,05 ± 2,50	368 ± 159
Сайда	4,97 ± 1,34	209 ± 19
Камбала-ерш	6,75 ± 2,06	203 ± 119
Морская камбала	12,5 ± 4,9	194 ± 177
Синяя зубатка	8,04 ± 2,77	206 ± 142
Полосатая зубатка	7,92 ± 2,65	129 ± 12
Пятнистая зубатка	5,40 ± 2,54	140 ± 75
Золотистый окунь	6,17 ± 2,20	257 ± 75
Окунь-клювач	4,83 ± 0,18	257 ± 167
Черный палтус	22,1 ± 4,0	248 ± 96

Суммарное содержание ПАУ в мышцах трески варьировало от 1,54 до 8,99 нг/г сырой массы при среднем значении 4,90±2,20 нг/г сырой массы. Минимальное содержание определено в мышцах трески, выловленной на северном склоне мурманского мелководья (ст. 33), максимальное – в мышцах трески, выловленной на западном склоне Гусиной банки (ст. 75).

Содержание $\Sigma 19$ ПАУ в мышцах пикши изменялось в интервале 0,91–7,77 нг/г сырой массы при среднем значении 4,05±2,50 нг/г сырой массы. Минимальное значение определено в мышцах пикши из западного прибрежного района (ст. 23), максимальное – в мышцах пикши, выловленной на западном склоне Гусиной банки (ст. 75).

Содержание $\Sigma 19$ ПАУ в мышцах камбалы-ерша варьировало от 3,60 до 10,3 нг/г сырой массы при среднем значении 6,75±2,06 нг/г сырой массы. Наименьшее содержание определено в мышцах камбалы-ерша, выловленной на северо-восточном склоне Мурманской банки (ст. 26), максимальное – в мышцах рыбы, выловленной на Финмаркенской банке (ст. 9).

В мышцах морской камбалы содержание $\Sigma 19$ ПАУ изменялось от 6,32 до 19,5 нг/г сырой массы при среднем значении 12,5±4,9 нг/г сырой массы. Минимальное содержание обнаружено в мышцах морской камбалы, выловленной в западно-центральной зоне (ст. 35), максимальное – в мышцах морской камбалы из восточного прибрежного района (ст. 51).

Минимальное содержание $\Sigma 19$ ПАУ определено в мышцах синей зубатки (5,27 нг/г сырой массы), выловленной на северо-западном склоне Мурманской банки (ст. 5), максимальное (10,8 нг/г сырой массы) – в мышцах синей зубатки из северо-центрального района (ст. 79). Минимальное содержание $\Sigma 19$ ПАУ в мышцах полосатой зубатки, выловленной на Канинской банке (ст. 62), составляло 4,22 нг/г сырой массы, а максимальное (10,3 нг/г сырой массы) – в мышцах полосатой зубатки из Восточного Прибрежного района (ст. 51). В мышцах пятнистой зубатки содержание $\Sigma 19$ ПАУ варьировало от 6,67 до 17,9 нг/г сырой массы при среднем значении 12,5±4,0 нг/г сырой массы. Минимальное содержание определено в мышцах пятнистой зубатки, выловленной на северо-восточном склоне Мурманской банки (ст. 26), максимальное – в мышцах пятнистой зубатки из западно-центрального района (ст. 35).

Минимальное содержание $\Sigma 19$ ПАУ определено в мышцах золотистого окуня (3,74 нг/г сырой массы), выловленного на северном склоне мурманского мелководья (ст. 33), максимальное (9,08 нг/г сырой массы) – в мышцах золотистого окуня из западного прибрежного района (ст. 15). В мышцах окуня-клювача содержание $\Sigma 19$ ПАУ изменялось от 4,65 до 5,02 нг/г сырой массы при среднем значении 4,83±0,18 нг/г сырой массы. Минимальное содержание определено в мышцах окуня-клювача, выловленного на западном склоне Гусиной банки (ст. 75), максимальное – в мышцах окуня-клювача, выловленного на юго-западном склоне Мурманской банки (ст. 13).

В мышцах черного палтуса содержание Σ 19ПАУ варьировало от 19,0 до 27,8 нг/г сырой массы при среднем значении $22,1 \pm 4,0$ нг/г сырой массы. Минимальное содержание определено в мышцах черного палтуса, выловленного на западном склоне Гусиной банки (ст.75), максимальное – в мышцах черного палтуса, выловленного на Финмаркенской банке (ст. 9).

Содержание соединений, проявляющих канцерогенную активность (бенз[а]антрацен, бенз[б]флуорантен, бенз[к]флуорантен, бенз[а]пирен, индено[1,2,3-сd]пирен, дибенз[а,h]антрацен), изменялось в основном в интервале 0,50–2,97 % от Σ ПАУ. Содержание бенз(а)пирена в мышцах исследованных рыб не превышало 0,38 % от Σ ПАУ.

В мышцах промысловых рыб Баренцева моря доминировали так называемые метчики полиаренов нефтяного происхождения – нафталин, 1-метилнафталин, 2-метилнафталин, флуорен и хризен, составляющие 72-94 % от Σ ПАУ [10]. Сходства и различия между составом компонентов ПАУ в тканях рыб могут быть использованы для идентификации источников их поступления в морскую среду. Например, фенантрен термодинамически более устойчив, чем антрацен, поэтому значительное превышение уровня содержания фенантрена в мышцах рыб над его изомером антраценом характерно для загрязнения нефтепродуктами [11]. Величины отношения Phe/Ant в мышцах исследованных рыб варьировали от 15 до 36, т.е. содержание фенантрена значительно превышало содержание его изомера антрацена, что подтверждает наличие ПАУ нефтяного происхождения в мышцах рыб Баренцева моря. Превышение содержания флуорантена над содержанием пирена ($Flt/Py > 1$) связано с пиролитическим происхождением ПАУ [12]. В мышцах исследованных рыб величины отношения Flt/Py изменялись от 0,84 (пикша) до 1,5 (полосатая зубатка), что указывало на образование ПАУ как при непосредственном поступлении нефтяных углеводородов в морскую среду, так и при сгорании органического топлива (нефтепродуктов).

Еще одним критерием происхождения ПАУ в мышцах рыб являлось отношение суммарного содержания низкомолекулярных соединений (Σ НМС) к суммарному содержанию высокомолекулярных соединений (Σ ВМС). Выбор этого индекса происхождения основан на том факте, что нефтяное загрязнение характеризуется господством низкомолекулярных полиаренов [13], в то время как высокомолекулярные ПАУ доминируют в загрязнениях, вызванных протеканием пиролитических процессов [14]. В мышцах исследованных рыб величины отношения низкомолекулярных полиаренов к высокомолекулярным были больше единицы (Σ НМС/ Σ ВМС > 1) и варьировали от 2,8 (окунь-клювач) до 7,7 (пятнистая зубатка), что указывало на нефтяное происхождение определяемых ПАУ.

Не выявлена зависимость содержания Σ ПАУ в мышцах трески и пикши от количества в них жира вследствие его очень низкого содержания – меньше 1 %, в то время как в печени этих рыб содержание Σ ПАУ было во много раз больше из-за более высокого содержания жира, достигающего 68 %.

В печени исследованных промысловых рыб величины суммарного содержания ПАУ изменялись от 129 ± 12 (полосатая зубатка) до 368 ± 159 нг/г сырой массы (пикша) (см. таблицу). Содержание соединений, проявляющих канцерогенную активность (бенз[а]антрацен, бенз[б]флуорантен, бенз[к]флуорантен, бенз[а]пирен, индено[1,2,3-сd]пирен, дибенз[а,h]антрацен), варьировало в основном в интервале 0,52–4,60 % от Σ ПАУ. Содержание бенз(а)пирена в печени исследованных рыб не превышало 0,94 % от Σ ПАУ.

Содержание «метчиков» полиаренов нефтяного происхождения (нафталин, 1-метилнафталин, 2-метилнафталин, флуорен и хризен), достигало 91 % от Σ 19ПАУ. Все определенные в мышцах и печени рыб ПАУ являются «техногенными» полиаренами. «Техногенные» ПАУ могут иметь нефтяное или пиролитическое происхождение. Присутствие нефтяных и пирогенных соединений оценивали по индексу «пирогенности», рассчитанному по отношению содержания флуорантена к сумме содержания флуорантена и пирена и характеризующему преобладание полиаренов пирогенного происхождения при значениях индекса меньше 0,5 [15]. В печени всех видов рыб индекс «пирогенности» варьировал от 0,51 до 0,70, т.е. был больше 0,5, что указывало на «нефтяное» происхождение полиаренов. Величины отношения Phe/Ant в печени исследованных рыб изменялись от 13

до 36, т.е. содержание фенантрена значительно превышало содержание его изомера антрацена, что подтверждает наличие ПАУ нефтяного происхождения. В печени промысловых рыб Баренцева моря величины отношения низкомолекулярных полиаренов к высокомолекулярным были больше единицы ($\Sigma\text{НМС}/\Sigma\text{ВМС} > 1$) и варьировали от 1,2 (черный палтус) до 2,9 (пикша), что также указывало на нефтяное происхождение определяемых ПАУ.

Полученные результаты подтверждают незначительный уровень загрязнения мышц и печени промысловых рыб Баренцева моря ПАУ, в том числе проявляющими канцерогенную активность. Оценить опасность накопления в рыбах ПАУ при употреблении в пищу не представляется возможным из-за отсутствия российских нормативных документов по содержанию этих соединений в сырой рыбе.

Список литературы

1. Израэль Ю.А., Цыбань А.В. Антропогенная экология океана. – М.: Флинта: Наука, 2009. – 532 с.
2. Шабад Л.М. Поступление в атмосферу и циркуляция в окружающей среде химических канцерогенов (ПАУ) // Комплексный глобальный мониторинг загрязнения окружающей природной среды. – Л.: Гидрометеиздат, 1982. – С. 115–121.
3. Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов (СанПиН 2.3.2.1078-01). – М.: Минздрав РФ, 2002. – 164 с.
4. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. Veiledning // J. Molver [et al.] // SFT Veiledning. – 1977. – Vol. 97, No. 3. – 36 s. (In Norwegian).
5. Мониторинг фонового загрязнения природных сред / под ред. Ю.А. Израэля, Ф.Я. Ровинского. – Л.: Гидрометеиздат, 1986. – Вып. 3. – 245 с.
6. Мониторинг фонового загрязнения природных сред / под ред. Ю.А. Израэля, Ф.Я. Ровинского. – Л.: Гидрометеиздат, 1987. – Вып. 4. – 384 с.
7. ICES Guidelines for Monitoring Contaminants in Fish and Shellfish and in Sediment / Six Year Review of ICES Coordinated Monitoring Programmes // Coop. Res. Report. – 1984. – No. 126. – P. 96–100.
8. Manual of Methods in Aquatic Environment Research. Guidelines for Use of Biological Accumulators in Marine Pollution Monitoring // FAO Fisheries Technical Paper. – 1976. – Part 2, No. 150. – 76 p.
9. Manual of Methods in Aquatic Environment Research. Sampling and Analyses of Biological Material // FAO Fisheries Technical Paper. – 1976. – Part 3, No. 158. – 124 p.
10. Химические процессы в экосистемах северных морей (гидрохимия, геохимия, нефтяное загрязнение) / Г.Г. Матишов [и др.]. – Апатиты, 1997. – 404 с.
11. Aliphatic and aromatic hydrocarbons in different sized aerosols over the Mediterranean Sea: occurrence and origin / M. A. Sicre [et al.] // Atmos. Environ. – 1987. – Vol. 21. – P. 2247–2259.
12. Origin of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAHs) in Coastal Marine Sediments: case studies in Cotonou (Benin) and Aquitaine (France) Areas / H. H. Soclo [et al.] // Mar. Poll Bull. 2000. – Vol. 40, No. 5. – P. 387–396.
13. Polycyclic aromatic hydrocarbon emissions from combustion of crude oil on waters / B.A. Jr. Berner [et al.] // Environ. Science and Technol. – 1990. – Vol. 24. – P. 1418–1427.
14. Muel B., Saguem S. Determination of 23 polycyclic aromatic hydrocarbons in atmospheric particulate matter of the Paris area and photolysis by sun light // Inter. J. Environ. Analyt. Chem. – 1985. – Vol. 19. – P. 111–131.
15. Загрязнение прибрежной акватории российского Причерноморья нефтяными компонентами / А.А. Ларин [и др.] // Морський екологічний журнал. – 2011. – Отд. вып. № 2. – С. 49–55.

A.Yu. Zhilin, N.F. Plotitsyna, A.M. Bondar
PINRO, Murmansk, Russia

THE CONTENT OF POLYCYCLIC AROMATIC HYDROCARBONS (PAHS) IN COMMERCIAL FISHES OF THE BARENTS SEA

*Investigated the levels of 19 PAHs in the Barents Sea fish caught in different fishing areas. In total, we analyzed 146 samples (73 samples of the muscle and 73 samples of the liver) Atlantic cod (*Gadus morhua*), haddock (*Melanogrammus aeglefinus*), saithe (*Pollachius virens*), American plaice (*Hippoglossoides platessoides*), sea plaice (*Pleuronectes platessa*), jelly wolfish (*Anarhichas denticulatus*), Atlantic wolfish (*Anarhichas lupus*), spotted wolfish (*Anarhichas minor*), golden redfish (*Sebastes marinus*), beaked redfish (*Sebastes mentella*) and Greenland halibut (*Reinhardtius hippoglossoides*). The obtained results confirm the negligible level of contamination of muscle and liver of commercial fish of the Barents Sea PAHs, including exhibiting carcinogenic activity. To assess the risk of accumulation in fish of PAH when eating is not possible due to the lack of Russian regulations on the content of these compounds in raw fish.*

Сведения об авторах: Жилин Андрей Юрьевич, канд. хим. наук, заведующий лабораторией прикладной экологии и токсикологии, e-mail: zhilin@pinro.ru; Плотицына Наталья Федоровна, инженер 1-й категории, e-mail: nplotits@pinro.ru; Бондарь Анна Михайловна, младший научный сотрудник, e-mail: litovskaya@pinro.ru.

УДК 635.55.061

Л.В. Жильцова, В.Д. Дзизюров
ФГБНУ «ТИНРО-Центр», Владивосток, Россия

ОПЫТ ПЕРЕСЕЛЕНИЯ МОЛОДИ ДАЛЬНЕВОСТОЧНОГО ТРЕПАНГА (*APOSTICHOPUS JAPONICUS*) НА ЕСТЕСТВЕННОМ СУБСТРАТЕ С ПОЛЕЙ АНФЕЛЬЦИИ В БУХТУ РИФОВУЮ (ЯПОНСКОЕ МОРЕ)

Описан способ ускоренного увеличения численности трепанга в прибрежных водах Приморья путем переселения его жизнестойкой молодежи на естественном субстрате с полей анфельции.

Дальневосточный трепанг *Apostichopus japonicus* издавна является традиционным объектом промысла и представляет большую коммерческую ценность на восточноазиатском рынке. Его промысел в Приморье также имеет давнюю историю, причем на фоне легального всегда существовал нелегальный, масштаб которого определялся рыночным спросом [1, 2].

До начала 1990-х годов существовала государственная монополия на вылов, выпуск продукции из трепанга и ее реализацию, которая более или менее способствовала сохранению его ресурса.

К настоящему времени высокая цена, доступность промысла трепанга, обитающего на мелководье (до 40 м), современная экономическая ситуация создали реальные условия для процветания коммерчески организованного браконьерского промысла. В погоне за сиюминутной прибылью на одних и тех же участках выбирают сначала крупных, а по истощению их запасов – средних и мелких животных [2]. В такой ситуации надеяться на самовосстановление запасов трепанга не приходится. Необходим поиск путей по разработке и внедрению в практику способов ускоренного восстановления его численности.

Состояние популяции дальневосточного трепанга в зал. Петра Великого оценивается на сегодняшний день как неудовлетворительное. Даже на участках с оптимальными для существования этих животных условиями не отмечается концентрированных скоплений с четкими границами (что типично для данного вида).

Не составляет исключения и б. Рифовая, где донные фации, пригодные для заселения трепангом, занимают лишь небольшие площади у мысов. Ввиду компактности поселения трепанга и сосредоточенности на мелководье, а также близости административных поселений Ливадия, Южно-Морской, Анна с дефицитом рабочих мест оно в значительной степени подвержено браконьерскому промыслу. Кроме того, в б. Рифовой малоблагоприятны условия для оседания личинок: бухта открытого типа, доля твердых субстратов невелика, отсутствуют зоны циклонических течений. Планктонная съемка показала, что концентрация личинок в этом районе относительно мала – 40–120 экз./м³ (по устному сообщению Н.А. Шепель). Причем их максимальная концентрация была отмечена в районе подвесной плантации ламинарии, где образуется круговорот водных масс. Самостоятельный выход популяции трепанга из кризисной ситуации за счет собственного воспроизводства в этом районе невозможен.

На каждой отдельно взятой акватории пополнение численности природных поселений трепанга возможно двумя способами:

- методом искусственного получения молоди вида в искусственных условиях и последующим ее выпуском в море для нагула и увеличения численности;
- путем перевозки подходящей части животных из другого района в целях ускоренного пополнения численности и дальнейшего самостоятельного пополнения за счет нереста переселенных особей.

Во время промысла и в штормовых выбросах анфельции ежегодно погибает порядка 2–8 млн особей трепанга [3]. Способ переселения молоди трепанга на естественном субстрате (анфельции) позволяет не только сохранить этих животных, но и при минимальных затратах и максимальной выживаемости молоди обеспечить пополнение численности его природных поселений, подорванных браконьерским промыслом. Анфельция выполняет роль субстрата, представляющего трепангам укрытие и пищу на первое время, а также позволяет свести к минимуму (или вообще избежать) травматизма животных при выполнении технических операций [4].

Задача исследований – оценить возможность пополнения численности трепанга дальневосточного в б. Рифовой путем переселения его молоди с поля анфельции прол. Старка.

Производственная схема работ по восстановлению численности трепанга в б. Рифовой

Работы по восстановлению численности дальневосточного трепанга в б. Рифовой проводили в 2001–2004 гг. в рамках программы «Разработка методов рациональной и комплексной эксплуатации полей анфельции, расселения и изучения особенностей адаптации молоди трепанга в прибрежных водах Приморья». Для их выполнения не требовалось создания береговых объектов и использования специализированного оборудования.

Жизнестойкую молодь трепанга (длина 1,5–2,0 см) на природном субстрате (анфельции) расселяли на участки, выбранные для пастбищного подращивания [5]. Так как на многовозрастных популяциях меньше сказываются неблагоприятные условия, в отдельные годы влияющие на размножение и выживаемость отдельных поколений, мы провели несколько подселений молоди этих животных в один и тот же район [6]. Это, по нашему мнению, должно было ускорить процесс восстановления численности в этом районе, даже если по каким-либо причинам произойдет элиминация какой-то возрастной группы. Для обеспечения воспроизводства необходим период, в течение которого достигается промысловый размер (лучше – более 180 г).

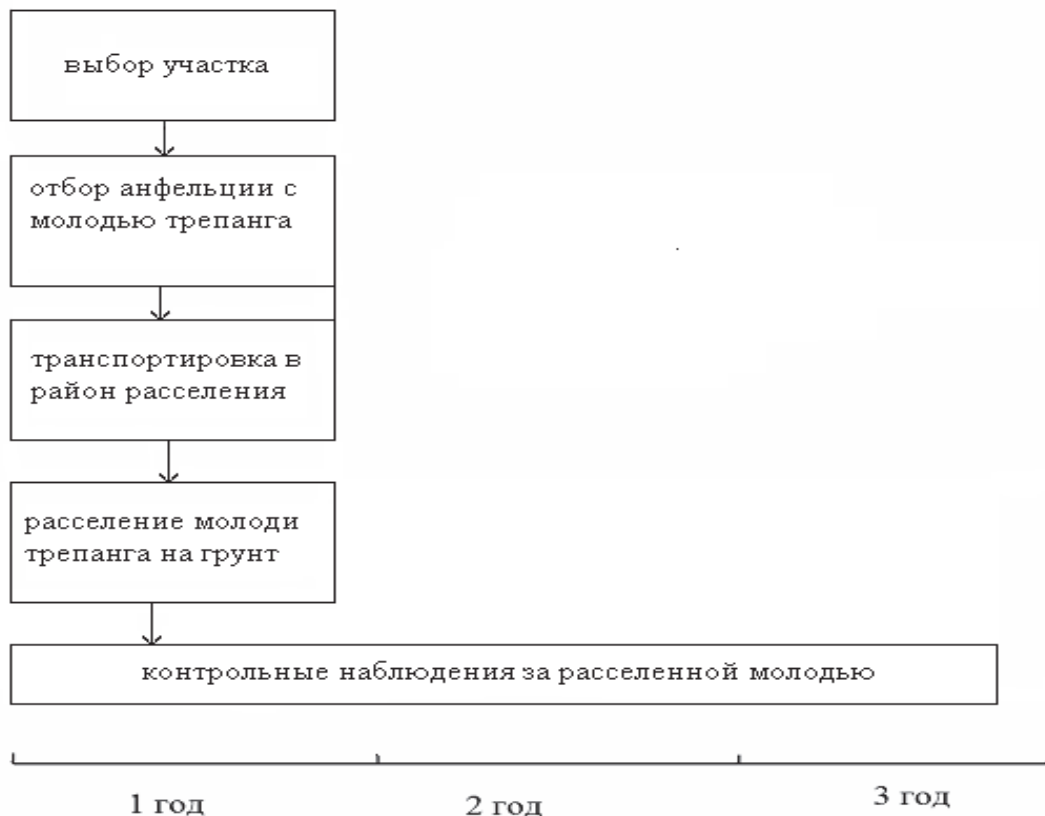


Рис. 1. Производственная схема работ по расселению трепанга

В зависимости от географического расположения района, условий обитания считается, что к 2–3 годам жизни особи трепанга достигают половой зрелости. Значит, по истечении 2–3 лет после расселения уже возможно пополнение местной популяции трепанга за счет нереста переселенных животных. Принципиальная схема процесса расселения молоди трепанга на естественном субстрате (анфельции) с полей анфельции представлена на рис. 1. Длительность всего производственного процесса составляет 3 года. В течение этого периода для проведения всех работ необходимо 19 сут. Причем большая часть рабочего времени приходится на 1-й год и составляет 11 сут (4 – выбор донного участка; 2 – отбор анфельции с молодью трепанга; 1 – транспортировка; 1 – расселение; 3 – обследование участка после расселения). Во 2-й и 3-й годы требуется по 4 рабочих дня для контрольных наблюдений за расселенной молодью.

Мероприятия по восстановлению численности трепанга в б. Рифовой

Бухта Рифовая является традиционным районом обитания дальневосточного трепанга и потенциально пригодна для расселения и подращивания его молоди.

На выбранном для расселения участке изначально определили плотность распределения и масс-размерный состав «местного» скопления трепанга. Предпосылками к расселению явились малочисленность взрослых особей и отсутствие молоди на участке. Это позволило в дальнейшем отслеживать изменения прижизненной массы и численность завозимой молоди по мере ее роста, не применяя мечения животных

Работы выполняли в диапазоне глубин от 1,5 до 20,0 м. Прижизненную массу трепангов определяли с точностью до 0,5 г. Немногочисленные животные были представлены размерной группой от 80 до 190 г (рис. 2). Значения масс группировали в размерно-частотный ряд с интервалом 10 г.

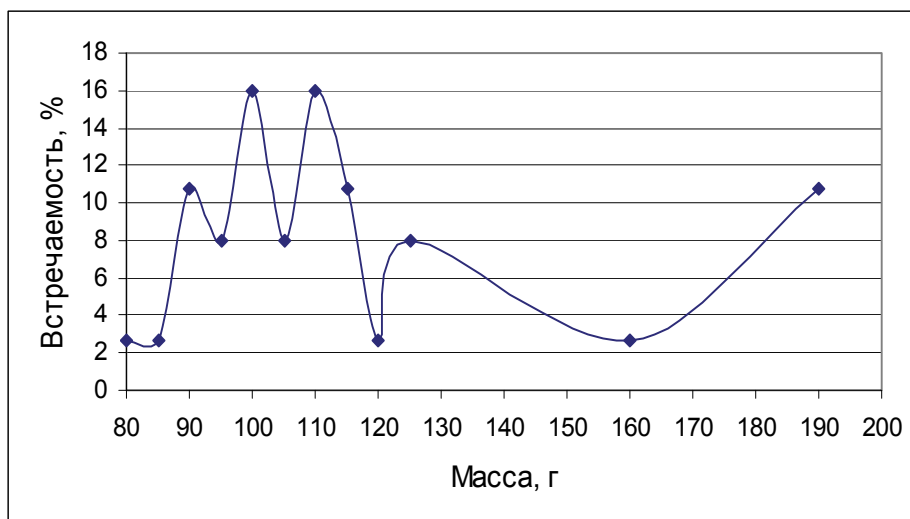


Рис. 2. Массовый состав скопления трепанга на пастбищном участке до расселения

Средняя плотность трепанга на пастбищном участке до расселения составляла 0,08 экз./м².

Перевозку анфельции осуществляли на палубе судна при постоянном увлажнении забортовой водой. Строп-сетки с анфельцией сверху накрывали брезентом, чтобы избежать подсыхания.

Первое расселение молоди трепанга на естественном субстрате (анфельции) проводили в ноябре 2001 г. Из периферийной (предвыбросной) зоны поля анфельции прол. Старка было изъято 5 т. анфельции-сырца с молодью трепанга (вес одной особи от 2 до 30 г; 5,8 экз./кг анфельции) общей численностью около 29 тыс. экз. (рис. 3). Количество расселяемой молоди трепанга брали заведомо ниже потенциальных возможностей участка. Процесс доведения плотности трепанга до допустимой для данного участка планировали проводить поэтапно.

Период с момента изъятия анфельции с трепангом с поля в прол. Старка до расселения на пастбищный участок в б. Рифовой составил 17 ч. За это время при соблюдении рекомендуемых к перевозке условий гибель трепанга не отмечалась. Первое обследование пастбищного участка провели через 24 ч после проведения работ по расселению. Анфельция была распределена пятнами различной величины, проективное покрытие дна составляло 30 %. Молодь трепанга отмечалась поверх водорослей

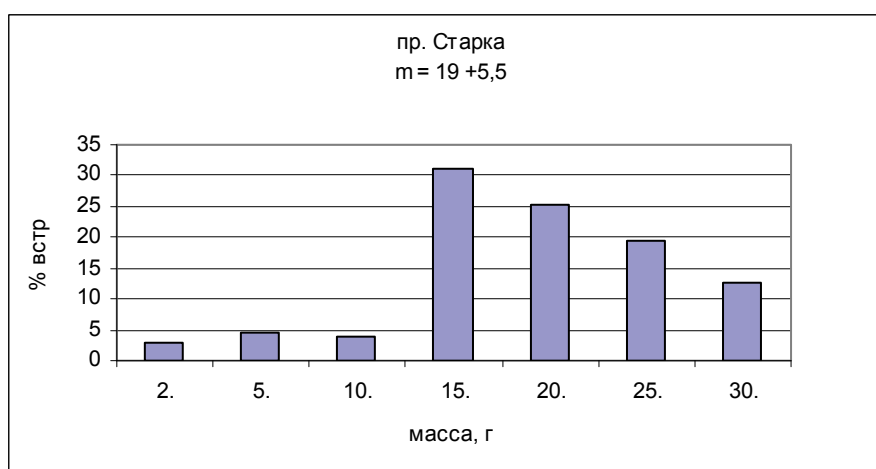


Рис. 3. Массовый состав расселяемого трепанга

Второе обследование пастбищного участка в б. Рифовой было проведено 14 ноября 2002 г. Животные встречались на песчано-галечных, каменистых, скальных грунтах. Предпочтительным субстратом для молоди трепанга в период съемки оказались затопленный катер и скальные расщелины, частично заполненные анфельцией. Роль анфельции как субстрата была невелика, так как остов катера и скальные расщелины обеспечивали малькам надежное укрытие, а органические фракции – кормом. Трепанг распределялся на глубинах 5–9 м, а максимальные значения плотности отмечались в диапазоне 8–9 м. При такой сосредоточенности возможен наиболее полный учет численности.

В пределах пастбищного участка отмечены животные с прижизненной массой от 15 до 150 г. Прослеживалось смещение средней массы тела трепанга в сторону увеличения: от $19 \pm 5,5$ г до $42 \pm 23,2$ г (рис. 4).

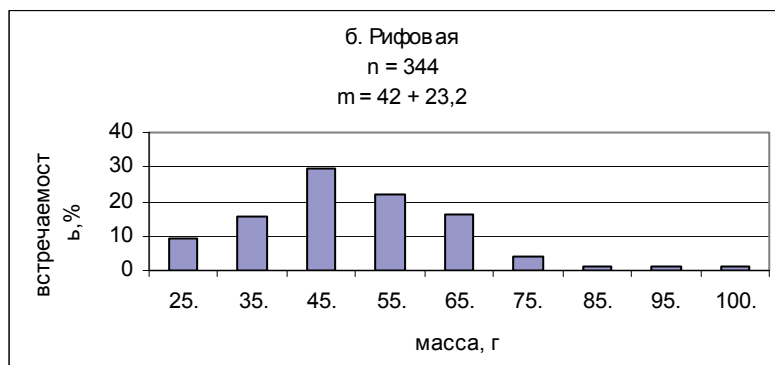


Рис. 4. Массовый состав скопления трепанга на пастбищном участке в 2002 г.

Численность животных на обследованном участке была определена в пределах 25 тыс. экз. (86 % от расселенного). Учитывая, что трепанг слабый мигрант, а высокая плотность свыше 1 экз./м² (до расселения 0,08 экз./м²) наблюдалась на достаточно ограниченном участке дна, можно предположить, что весь завезенный трепанг был сконцентрирован на участке расселения. Высокая выживаемость животных, по нашему мнению, обусловлена высокой степенью адаптации жизнестойкой молоди и отсутствием травматизма во время перевозки и расселения (за счет нахождения ее в анфельции).

В мае 2003 г. было проведено обследование участка расселения в б. Рифовой. В выборках были отмечены трепанги массой от 60 до 210 г. Модальный размер составил 90–110 г. В масс-размерной структуре (рис. 5) прослеживалась межгодовая тенденция (в сравнении с 2001 г. – рис. 3 и с 2002 г. – рис. 4) смещения модальных классов в сторону увеличения.

В октябре 2003 г. было проведено вторичное подселение трепанга на тот же пастбищный участок. Транспортировку 8 т анфельции осуществляли в течение 12 ч (от момента изъятия до расселения). Общая численность жизнестойкой (2–30 г) молоди трепанга в ней составляла около 38,4 тыс. экз.

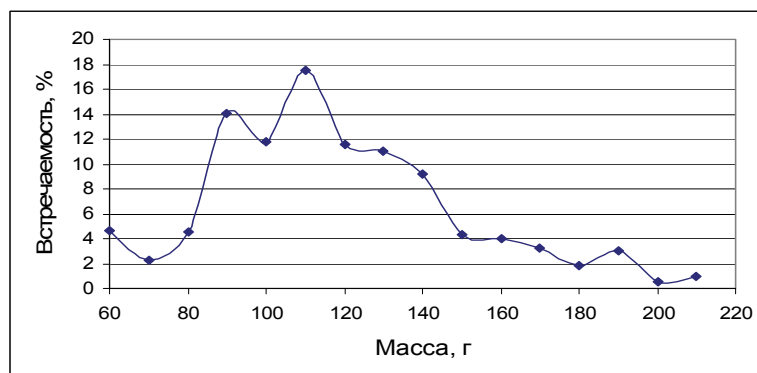


Рис. 5. Массовый состав скопления трепанга на пастбищном участке в 2003 г.

На следующий год (май 2004 г.) на участке расселения средняя прижизненная масса трепанга составляла 79 г (пределы 30–230 г). Наиболее многочисленны размерные классы от 40 до 120 г (96,7 %) (рис. 6). Промысловые особи (свыше 130 г) были представлены единично. По мнению водолазов, участок выглядел как после браконьерской зачистки.

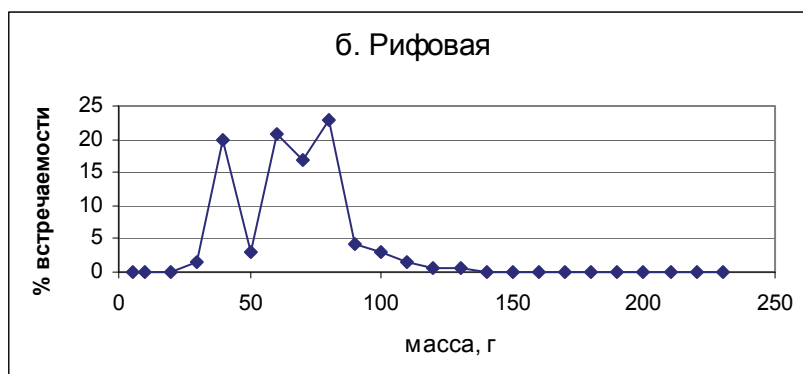


Рис. 6. Массовый состав скопления трепанга на пастбищном участке в 2004 г.

Трепанг встречался на глубинах от 5 до 13 м преимущественно на скальных грунтах. Отдельные группы по 4–5 экз. отмечались в скальных расщелинах и на линзах илистого песка между валунами и галькой.

В сравнении с 2003 г. значительно сократилась доля животных с прижизненной массой от 100 до 130 г. Общая численность трепанга на участке составляла порядка 42,6 тыс. экз.

Заключение

В период 2001–2004 гг. на пастбищный участок (3 га) в б. Рифовую было завезено на анфельдии 63,4 тыс. экз. молоди трепанга.

В составе поселения трепанга на участке прослеживалась межгодовая тенденция последовательного смещения модальных классов в сторону увеличения: 2001 г. – 20 г; 2002 г. – 40 г; 2003 г. – 90 г (до второго подселения); 2004 г. – 80 г (после подселения).

Плотность поселения животных на участке связана с плотностью их внесения и в 2004 г. (после вторичного подселения) составила 1,42 экз./м².

Так как не производили мечения завозимой молоди, то судить о состоянии поселения трепанга на участке возможно лишь по изменению размерно-массового состава поселения и численности. Если допустить, что весь обнаруженный трепанг (порядка 42,6 тыс. экз.) был завезен, то выживаемость составила около 65 %.

Столь высокая выживаемость обусловлена тем, что:

- переселяется жизнестойкая молодь (учитываются особи длиной более 1,5–2,0 см);
- анфельдия представляет малькам убежище и пищу сразу после расселения;
- анфельдия позволяет максимально избежать стресса и травматизма во время добычи, перевозки и расселения молоди трепанга;

- переселение животных из моря в море при сходных условиях внешней среды обеспечивает более мягкую и менее длительную акклиматизацию.

По заключению экспертной комиссии государственной экологической экспертизы воздействие проводимых работ на окружающую среду является допустимым.

Список литературы

1. Пржевальский Н.М. Путешествия в Уссурийском крае 1867–1869 гг. – М.: Гос. соц. эконом. изд-во, 1937. – 318 с.
2. Лебедев А.М. Состояние промысла и запасов дальневосточного трепанга *Apostichopus japonicas* в Приморье // Биология моря. – 2000. – Т. 26, № 4. – С. 284–289.

3. Жильцова Л.В., Дзизюров В.Д., Кулепанов В.Н. Решение проблемы сохранения молодежи дальневосточного трепанга в условиях ведения промысла анфельции/ Новые технологии в защите биоразнообразия в водных экосистемах: тез. докл. междунар. конф., Москва, 2002 г. – М.: МАКС-Пресс, 2002. – С. 112.

4. Жильцова Л.В., Дзизюров В.Д. Способ воспроизводства дальневосточного трепанга: пат. РФ № 2174749 // Изобретения. Полезные модели. – 2001. – № 29 (II ч).

5. Разведение дальневосточного трепанга / под ред. Суй Силяня, при участии Яо Юй-линя. – Далянь: Сельское хозяйство, 1988. – 288 с. (Кит. яз.).

6. Уильямсон М. Анализ биологических популяций. – М.: Мир, 1975. – 272 с.

L.V. Zhiltsova, V.D. Dzizyurov
TINRO-center, Vladivostok, Russia

PRACTICE OF SEA CUCUMBER (APOSTICHOPUS JAPONICUS) JUVENILES RE-SETTLEMENT ON THE NATURAL SUBSTRATE FROM AHNfeltia TOBUCHIENSIS BEDS TO RIFOVAYA BAY (SEA OF JAPAN)

Abstracts describe the method of accelerated increasing of sea cucumber (Apostichopus japonicus) abundance in nearshore waters of Primorye region by transferring the viable juveniles from Ahnfeltia tobuchiensis beds in combination with natural substrate

Сведения об авторе: Жильцова Лидия Васильевна, канд. биол. наук, научный сотрудник.

УДК582.26:551.553.8

Л.В. Жильцова
ФГБНУ «ТИНРО-Центр», Владивосток, Россия

ШТОРМОВЫЕ ВЫБРОСЫ АНФЕЛЬЦИИ В ЗАЛИВЕ ПЕТРА ВЕЛИКОГО В ПЕРИОД 2015–2016 ГГ.

Проведена оценка объемов штормовых выбросов анфельции в зал. Петра Великого в период 2015–2016 гг. Определен флористический состав выбросов. Рассмотрены перспективы их применения.

Морские водоросли и травы (макрофиты) произрастают в прибрежной зоне на небольших глубинах (в прибрежье Приморья преимущественно до 30 м). Ветровым волнением старые, поврежденные талломы и отмершие листья отрывает от субстрата и, как правило, выбрасывает на берег. В штилевую погоду выбросы формируются приливной волной, и на 1 пог. м берега ежедневно может наблюдаться до 1 кг макрофитов. При небольшом волнении выброшенная фитомасса увеличивается до 2,5 кг на погонный метр берега. При волнении 3–5 баллов (довольно частая ситуация для прибрежья Приморья) на каждый погонный метр побережья выносятся уже до 4 кг водорослей и морских трав [1].

Регулярное появление штормовых выбросов позволяет предполагать, что обусловлены они не только случайным (заблаговременно непрогнозируемым) гидродинамическим воздействием, но и биологическими особенностями донной растительности: естественной регуляцией плотности водорослевого покрытия, отмиранием растений, циклами развития и др. [2, 3]. Видовой состав, соотношение биомасс видов, их количество и районы формирования выбросов зависят от характера фитобентоса и типа берега в каждом отдельном районе, сезона года, направления силы ветра и течений, степени прибойности, силы штормов, конфигурации берега [3]. Чем выше плотность растительного покрова, сильнее шторма и течения, меньше изрезанность берега, тем чаще и обильнее бывают выбросы.



Расположение полей анфельции в зал. Петра Великого

Для зал. Петра Великого наиболее характерны массовые выбросы анфельции и морских трав вида zostера. Фитомасса штормовых выбросов этих макрофитов за один залповый выброс (водоросли выбрасывает сразу на берег) может достигать нескольких тысяч тонн, формируя в прибрежной полосе большие валы.

Сам термин «штормовые выбросы» недостаточно корректен, так как приливно-отливные течения выносят на литораль плавающие водоросли в любую погоду. Однако он общепринят и используется в качестве рабочего.

Цель нашей работы – определение биомассы и структуры штормовых выбросов анфельции в зал. Петра Великого, выявление особенностей их эколого-флористического состава.

В период 2015–2016 гг. производили осмотр штормовых выбросов анфельции с отбором проб в бухтах Баклан, Перевозная, Троицы, Ильмовая и прол. Старка (см. рисунок).

В процессе камеральной обработки проб определяли их качественный и количественный состав. Пробы брали гидробиологической рамкой площадью $0,25 \text{ м}^2$. В каждой точке в зависимости от мощности вала брали от 1 до 3 повторностей. Измеряли (электронной рулеткой) ширину, высоту и протяженность вала выбросов с точностью до 10 см. Масса штормовых выбросов определялась их объемом (ширина \times длина \times высота вала), помноженным на коэффициент 0,25, так как в 1 м^3 выбросов содержится 225–275 кг сырой анфельции [4].

Номенклатура представителей отделов Chlorophyta, Phaeophyta, Rhodophyta дана по определителям К.Л. Виноградовой [5] и Л.П. Перестенко [6] с учетом современных таксономических изменений. Эколого-флористические характеристики водорослей даны по А.А. Калугиной-Гутник [7] с дополнениями, касающимися морских трав.

Штормовые выбросы анфельции

Анфельция – неприкрепленная водоросль, которая за счет сцепления отдельных дерновинок и собственного удельного веса образует пласты, свободно лежащие в толще воды на глубинах от 3 до 30 м. Во время штормов пласт поднимает над грунтом, перемешивается, разрывается на фрагменты, часть которых затем оседает на дно, а часть выносится в открытые акватории или сносится в предвыбросные зоны и на берег [8].

Предвыбросные зоны играют роль своеобразного «накопителя» для сброшенной из продукционной и промысловой зон поля анфельции. На каждом поле имеется от 1 до 4 таких зон, каждая из которых характеризуется определенной емкостью и кратностью ее заполнения. Эти характеристики для каждого поля различны и зависят от многих причин: открытости района, направлений ветров и течений, частоты и силы штормов. Время заполнения «накопителя» может составлять от нескольких часов до нескольких лет, а кратность заполнения – от 1 до 5 раз за год. В целом в предвыбросных зонах полей анфельции

может накапливаться 1200–4000 т анфельции-сырца. Под воздействием волнений анфельция из переполненных предвыбросных зон частично или полностью выбрасывается на сопредельную береговую полосу. Во время сильных штормов наблюдается проброс «лишней» фитомассы с центральной части поля сразу на берег (минуя «накопитель») или полное высвобождение предвыбросной зоны. Объем таких выбросов может достигать нескольких тысяч тонн, формируя в прибрежной полосе многокилометровые валы шириной 0,5–5 м и высотой иногда более 1,5 м [9]. Доля примесей в таких выбросах минимальна.

Наблюдаются выбросы анфельции в основном весной и осенью, редко в летнее (только во время тайфунов) и зимнее (препятствует ледовый припай) время, что хорошо соотносится с сезонными гидрологическими и синоптическими особенностями Приморья. Общая их масса составляет приблизительно 0,1–0,7 % от массы живых водорослей. При этом следует отметить, что анфельция отсутствует в дрейфующих скоплениях водорослей. Это косвенно подтверждает, что ее выбросы образуются за счет отрыва ветровым волнением части водорослей от пласта. Влияние промысла на образование выбросов в последние годы исключается из-за его отсутствия.

Основная масса выброшенной анфельции в зал. Петра Великого наблюдается в прибрежье горы Столовая, бухтах Троицы, Баклан, Перевозная, Северная, Ильмовая и в прол. Старка.

Таблица 1

Состав основных видов флоры штормовых выбросов анфельции зал. Петра Великого в 2015–2016 гг.

Вид	Доля, %
<i>Phyllospadix iwatensis</i>	< 2
<i>Zostera marina</i>	5–25
<i>Ulva fenestrata</i>	1–5
<i>U. clathrata</i>	< 1
<i>U. linza</i>	< 1
<i>Chaetomorpha linum</i>	< 1
<i>Codium fragile</i>	< 2
<i>C. yezoensis</i>	< 2
<i>Ahnfeltiopsis flabelliformis</i>	До 15
<i>Ptilota filicina</i>	2-30
<i>P. phacelocarpoides</i>	До 10
<i>Desmarestia viridis</i>	До 5
<i>Chordaria flagelliformis</i>	< 1
<i>Chorda filum</i>	До 1
<i>Costaria costata</i>	< 1
<i>Agarum clathratum</i>	< 1
<i>Saccharina cichorioides</i>	До 10
<i>Palmaria stenogona</i>	< 1
<i>Mastocarpus pasificus</i>	< 1
<i>Callophyllis cristata</i>	> 1
<i>Sargassum pallidum</i>	До 15
<i>Neorhodomela minita</i>	1–3
<i>Mazzaella japonica</i>	> 1
<i>Chondrus pinnulatus</i>	1–2
<i>C. armatus</i>	До 5
<i>Undaria pinnatifida</i>	До 1
<i>Tichocarpus crinitus</i>	< 1
<i>Masudaphycus irregularis</i>	До 1

Доля анфельдии в формировании выбросов на участках с плотными их зарослями составляет порядка 70–90 % при незначительной доле примесей других морских растений (см. табл. 1). Включение в состав выбросов морской травы зостеры обусловлено, прежде всего, тем, что во всех районах произрастания анфельдии пояс этой травы как бы окаймляет поля и защищает их от выноса на берег. Причем максимальное значение – до 25 % – наблюдается осенью, что связано с естественным процессом интенсивного отмирания и разрушения ее листьев («листопадом») [10]. Во всех районах в выбросах отмечаются сопутствующие анфельдии виды: пtilота, саргассум, хондрус, анфельтиопсис, ламинария циклопидная. Причем доля пtilоты наиболее высока в бухтах Баклан, Троицы и прол. Старка: может варьировать от 2 до 30 %. Эта водоросль образует на отдельных участках этих полей поверх анфельдии свободноживущие локальные скопления, не замещая доминирующий вид. Максимальное присутствие хондруса и анфельтиопсиса отмечается в выбросах в прибрежье горы Столовой. Саргассум наиболее часто встречается на анфельдии б. Северной и прол. Старка. В выбросах глубоко залегающих пластов агароноса бухт Баклан и Ильмовая часто в незначительных количествах фиксируются агарум и масудафикус. Бурая ундария зафиксирована только в выбросах прол. Старка и б. Троицы. То есть присутствие тех или иных видов водорослей в береговых выбросах анфельдии, как правило, отображает флору акватории в районах произрастания промыслового агароноса. Объемы ежегодных штормовых выбросов значительно варьируют и абсолютно не прогнозируются. Общая доля примесей изменяется незначительно (табл. 2).

Таблица 2

Основные характеристики штормовых выбросов анфельдии зал. Петра Великого (2015–2016 гг.)

Район	Биомасса, т 2015/2016	Доля примесей, % 2015/2016	Технический мусор, % 2015/2016
Прол. Старка	3050/750	15–20/10	5–10/5
Б. Баклан	750/450	До 20/5–10	5–10/5
Б. Перевозная	650/260	До 20/5–10	10/5
Б. Ильмовая	350/210	15/10–15	5/10
Б. Троицы	550/480	10/10–15	5/10
Всего	5350/2150		

Эколого-флористический анализ выбросов анфельдии показал, что по числу видов ведущее положение занимают Rhodophyta – 46,1 %. Более половины указанного списка (табл. 1) составляют ведущие и сопутствующие виды. Доля редких видов незначительна и составляет лишь 7 %. Некоторые виды могут встречаться в выбросах в течение 1–2 лет, а потом исчезнуть на длительный срок. В качестве примера можно привести *U. pinnatifida*, которая является раритетным видом (включена в Красную книгу Приморского края) [11] и *Phycodrus vinogradovae*. По продолжительности вегетации преобладают многолетние и однолетние макрофиты, доля сезонных форм незначительна. По сапробности в составе выбросов доминируют олигосапробные виды водорослей.

Средняя биомасса представителей морской фауны (в основном представлены моллюды) в штормовых выбросах анфельдии обычно не превышает 600 г/м³.

Кроме береговых наблюдаются глубоководные (значительно ниже горизонта фотофильной растительности) выбросы. Об их наличии свидетельствуют данные крабовых, дражных и траловых съемок. Так, например, на глубине 40–50 м в районе островов Верховского и Рейнеке были обнаружены скопления сорванной штормами с основного поля (в прол. Старка) анфельдии с фитомассой порядка 800 и 1500 т соответственно. Причем водоросль в них «живая», так как обладает высокой устойчивостью к отсутствию света и может находиться в таком состоянии (своего рода консервации) до нескольких лет (определить

точно не представлялось возможным). В анфельции глубоководных выбросов наиболее часто встречаются багрянки (птилота, одонталия, пальмария, фикодрис, конгрегатокарпус), реже – бурые (ламинарии, агарум, десмарестия, хордовые) и отсутствуют типичные представители литоральных водорослей [9]. По данным гидроакустической съемки глубоководные сносы анфельции имеются в районе горы Столовой на глубине 18–24 м и на траверзе м. Ильмового (б. Ильмовая) на глубине 25 м. Косвенно их наличие в этих районах подтверждается залповыми мощными выбросами анфельции (талломы анфельции более темного цвета, отсутствуют литоральные водоросли) во время прохождения сильных тайфунов.

Таким образом, штормовые выбросы макрофитов являются естественным и непрогнозируемым явлением для нормально функционирующих морских растительных сообществ. Несмотря на то что фитомасса выброшенных на берег и снесенных на большие глубины морских растений достаточно велика, среднегодовой вынос макрофитов все же будет меньше уровня годовой продукции естественных зарослей.

Перспективы использования штормовых выбросов

Давно известно, что штормовые выбросы макрофитов являются ценным экологически чистым удобрением и во многих странах собираются населением полностью [12]. Из них получают тысячи тонн калийной соли для экологически чистого и эффективного удобрения. Преимущество удобрений из морских водорослей по сравнению с другими было показано практикой их применения. Водоросли в качестве удобрения можно применять как в свежем, так и в сухом виде без дополнительной обработки, а также в виде компоста. Морские растения вносят в почву минеральные соединения и микроэлементы. Они разлагаются быстрее, чем навоз, не засоряют почву семенами сорных растений, спорами паразитных грибов, личинками насекомых. Удобрения из водорослей разрыхляют почву, вносят с собой азотоусвояющие бактерии, хорошо сохраняют влагу и тепло.

Интересна еще одна область применения водорослей (в том числе штормовых выбросов) – биоэнергетика. Наиболее известными способами преобразования водорослей в биотопливо являются: брожение (анаэробное сбраживание) – в результате получают этанол и метан; пиролиз (нагрев без доступа кислорода) – дает бионефть (так называемый «зеленый бензин»). Следует подчеркнуть, что именно частичное перегнивание водорослей на берегу делает штормовые выбросы особенно ценными для получения удобрения и биотоплива, так как нет необходимости ждать, когда они перегниют или подвергнутся специальной обработке.

Во многих странах штормовые выбросы макрофитов используют в качестве кормовой добавки в животноводстве и птицеводстве.

В Приморье штормовые выбросы анфельции применяют только для производства агара и в небольших объемах – в качестве удобрения [13]. Причем использование перегнивших на берегу водорослей в качестве удобрений в нашем регионе с рискованным земледелием было бы выгодно с экономической точки зрения.

Итак, спектр применения штормовых выбросов макрофитов в мире достаточно широк и очень незначителен в России. Виной тому слабая финансовая заинтересованность в очистке побережий от водорослевых навалов и отсутствие рекламы на продукцию из водорослей: пищевую, медицинскую, сельскохозяйственную.

В целом же сбор штормовых выбросов нужно рассматривать не только как дополнительный и относительно дешевый источник полезного сырья, но и как природоохранное мероприятие, способствующее улучшению экологического состояния прибрежной зоны и рациональному использованию водорослевых запасов.

Заключение

В условиях Приморья своевременно собранные штормовые выбросы анфельции используются преимущественно для производства агара.

Сбор штормовых выбросов может быть рекомендован для проведения мелиоративных работ и как шадящий промысел при стабильно восполняемом запасе.

Эколого-флористические показатели в штормовых выбросах анфельдии в общем соответствуют характеристикам, ранее указанным для макрофитобентоса зал. Петра Великого [14]. Это подтверждает возможность косвенно характеризовать флору макрофитов отдельных бухт и прол. Старка по таксономическому составу штормовых выбросов анфельдии.

Список литературы

1. Гришанков А.В., Нинбург Е.А. Общая характеристика супралиторали / В.Я. Бергер (ред.) // Белое море. Биологические ресурсы и проблемы их рационального использования. – СПб., 1995. – Ч. 1. – С. 193–197.
2. Ключкова Н.Г., Огородников В.Н. Значение выбросов водорослей в жизни прибрежных экосистем // XI съезд Русского бот. общества. – Барнаул, 2002. Т. 1. – С. 104–105.
3. Блинова Е.И., Сабуров М.Ю. Штормовые выбросы макрофитов. Условия формирования и влияние на экологическое состояние моря (на примере Анапской бухты, Черное море) // Тр. ВНИРО. – 2005. – Т. 144. – С. 286–293.
4. Кизеветтер И.В., Грюнер В.С., Евтушенко В.А. Переработка морских водорослей и других промысловых водных растений. – М.: Пищевая промышленность, 1967. – 416 с.
5. Виноградова К.Л. Определитель водорослей Дальневосточных морей СССР. Зеленые водоросли. – Л.: Наука, 1979. – 147 с.
6. Перестенко Л.П. Водоросли залива Петра Великого. – Л., 1980. – 232 с.
7. Калугина-Гутник А. А. Фитобентос Черного моря. – К.: Наук. думка, 1975. – 248 с.
8. Титлянов Э.А., Чербаджи И.И., Чепмен Д.Дж. Обзор биологии, продуктивности и экономического потенциала агаросодержащей красной водоросли *Ahnfeltia tobuchiensis* (Kanno et Matsubara) Мак в морях Дальнего Востока России // Альгология. – 1999. – Т. 9, № 4. – С. 83–118.
9. Жильцова Л.В. Штормовые выбросы макрофитов в Приморье: источник загрязнения моря или полезное сырье? // Вестн. Мор. Госуд. ун-та. Серия: Теория и практика защиты моря. – 2011. – Вып. 48. – Владивосток: Мор. гос. ун-т, 2011. – С. 7–12.
10. Кардакова Е.А., Кизеветтер И.В. Морские травы Дальнего Востока. – Владивосток: Примор. кн. изд-во, 1953. – 89 с.
11. Красная книга Приморского края: Растения. – Владивосток: Апельсин, 2008. – 688 с.
12. Wheaton W.F., Lawson T.B. Processing aquatic food products. – N. Y. – P. 342–363.
13. Пат. РФ 2161599 СО5F11/8. Удобрение из морских растений и способ его производства / Сорокин М.А., Попов И.А. – Заявл.06.101998. – Оpubл. 10.01.2001.
14. Жильцова Л.В. Эколого-фитоценотические особенности макрофитобентоса залива Петра Великого (Японское море) // Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промысловое и техническое использование: материалы VI Всеросс. науч.-практ. конф. – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2015. – Ч. I. – С. 64–69.

L.V. Zhiltsova
TINRO-Center, Vladivostok, Russia

STORM-CAST AHNFELTIA TOBUCHIENSIS IN THE PETER BAY (JAPAN SEA) OF 2015–2016 YEARS

At the work the deposits of storms-cast Ahnfeltia tobuchiensis in the Peter Bay of 2015–2016 years. The flora composition was determined. The article deals with the use of storm – cast.

Сведения об авторе: Жильцова Лидия Васильевна, канд. биол. наук, научный сотрудник.

П.Р. Занина, Ю.К. Алдушина
ФГБОУ ВО «КГТУ», Калининград, Россия

БИОЛОГИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ УКЛЕИ (*ALBURNUS ALBURNUS L.*) ОБВОДНЕННЫХ КАРЬЕРОВ КАЛИНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

Представлены данные исследования структурно-биологических параметров уклей в обводненных карьерах Калининградской области по данным контрольных обловов за период 2011–2016 гг. Дана характеристика основных промысловых и биологических показателей.

Калининградская область представлена разными типами водоемов, таких как реки, озера, водохранилища и карьеры. С точки зрения рыбохозяйственной экспертизы наиболее важным объектом исследования являются карьеры, так как появляются в результате хозяйственной деятельности человека при добыче общераспространенных полезных ископаемых. На данном этапе исследования отмечается слабая изученность данных типов водоемов, что является необходимым и актуальным для их развития и использования как в рекреационных целях, так и для любительского рыболовства. Поэтому в данной работе будет дан анализ видовой структуры ихтиоценозов и биологических параметров уклей в таких карьерах, как Лесной и Сокольники. Эти карьеры располагаются в разных уголках Калининградской области и связаны с разными реками. Карьер Лесной, находится на севере области и связан непосредственно с р. Шешупе, а Сокольники – с р. Преголя.

Уклея – немаловажный элемент экосистемы водоема, поскольку входит в состав пищи различных хищных видов рыб и является объектом любительского и спортивного рыболовства. Распространена уклея в водах Западной Европы и европейской части России и может использоваться в качестве вида – индикатора изменений условий обитания [1].

В качестве источника информации по видовому и размерному составу контрольных уловов, биологическому анализу использовались материалы, собранные кафедрой ихтиологии и экологии ФГБОУ ВО «КГТУ» [2]. Анализ видовой и размерной структуры осуществлялся по данным уловов на усилие, выраженное через индекс численности. Контрольные обловы проводились ставными сетями с шагом ячеи от 6 до 100 мм за период 2011–2016 гг. Для написания данной работы были использованы материалы 259 обловов; анализ видовой структуры проводился на основании 864 экз., объем собранного материала для характеристики размерной структуры и биологических параметров составил 377 особей уклей.

Ихтиоценоз обводненных карьеров Калининградской области (Лесной и Сокольники) представлен видами, относящимися к 4 семействам: карповые (Cyprinidae), окуневые (Percidae), сомовые (Siluridae) и щуковые (Esocidae) (рис. 1–3). В карьере Лесном доминирующим видом является уклея – 33 % от общего улова (рис. 1).

В карьере Сокольники уклея составляет 23 % от общего улова, а доминирующими видом является красноперка – 40 % от общего улова (рис. 2).

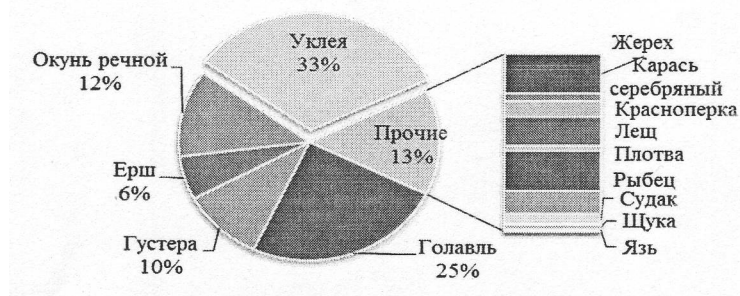


Рис. 1. Видовой состав в карьере Лесном

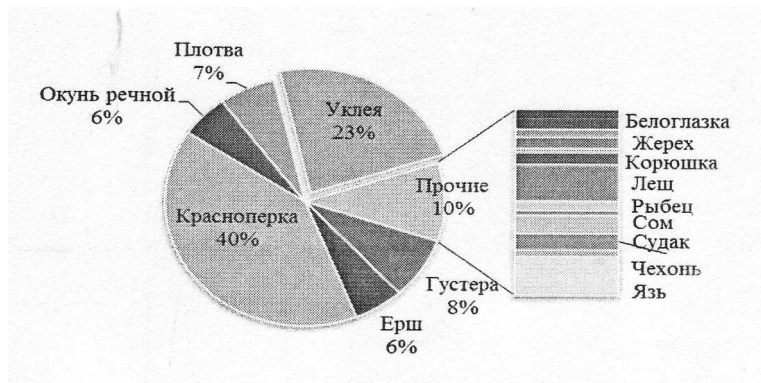


Рис. 2. Видовой состав в карьере Сокольники

Можно сделать вывод, что ихтиофауну карьера Сокольники и карьера Лесного могут составлять виды, мигрирующие из реки, так как оба карьера связаны непосредственно с реками.

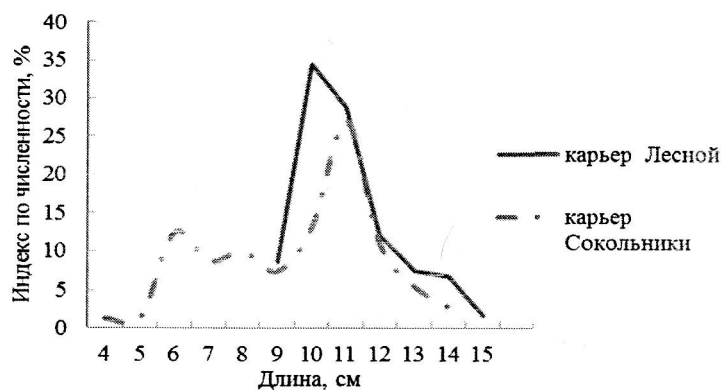


Рис. 3. Размерная структура карьера Лесного и Сокольники

Анализ размерной структуры уклеи обводненных карьеров Калининградской области показал, что в водоемах встречаются особи длиной от 4 до 15 см с доминированием среднеразмерных особей длиной 10–12 см (рис. 3). В карьере Лесном встречались возрастные группы от 9 до 15 см, но большая часть приходится на размерный класс 10 (34,5 %). В карьере Сокольники размерный класс представлен всеми возрастными группами, и большая часть приходится на размерный класс 11 см (27 %). В результате исследования была рассчитана средняя длина уклеи во всех карьерах. В карьере Лесном – 11,0 см, в карьере Сокольники средняя длина составила 9,6 см соответственно.

Возрастная структура уклеи в карьере Лесном представлена классами от 3 до 6 лет. Наибольшее количество приходится на возрастные группы 3 и 4 года (42,1 и 40,4 % соответственно). В карьере Сокольники присутствовали возрастные группы от 3 до 6 лет с доминирующей группой 5 лет, что соответствует 50,5 % от общего улова (рис. 4, 5).

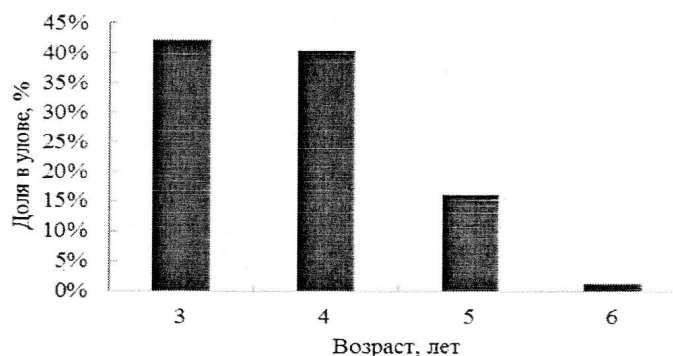


Рис. 4. Возрастная структура уклеи в карьере Лесном

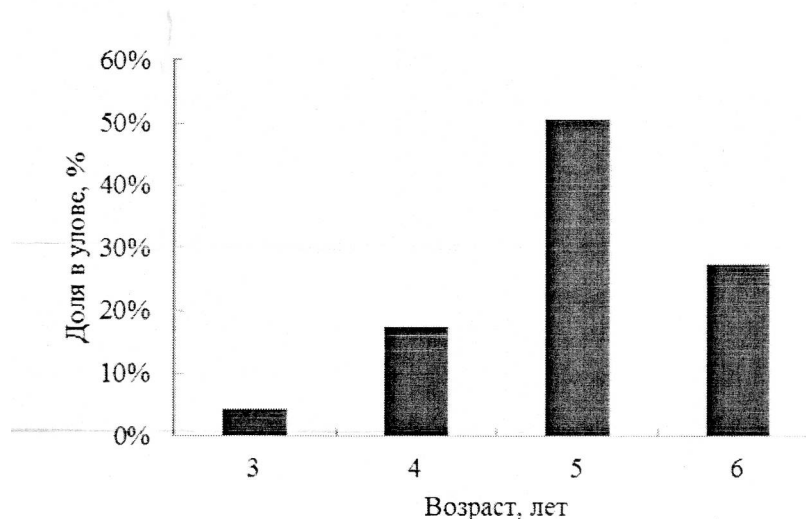


Рис. 5. Возрастная структура уклеи в карьере Сокольники

Зависимость «длина–масса» в обводненных карьерах Калининградской области рассмотрена на рис. 6. Эта зависимость описывается степенным уравнением. Карьеры Сокольники и Лесной схожи между собой, так как коэффициент b в двух водоемах превышает значение 3 (в карьере Сокольники $b = 3,66$, в карьере Лесном $3,36$), т.е. темп весового роста здесь выше линейного, это говорит о том, что уклея характеризуется аллометричностью роста. Можно предположить, что это связано с тем, что карьеры непосредственно связаны с реками, и в карьер может заходить рыба с пойманных водоемов. Описывается зависимость «длина–масса» степенным уравнением, что говорит о сильной зависимости между этими показателями. Коэффициент корреляции во всех рассмотренных карьеров близок к 1, но наиболее достоверное уравнение показано в карьере Лесном (так как встречались младшие и старшие возрастные группы).

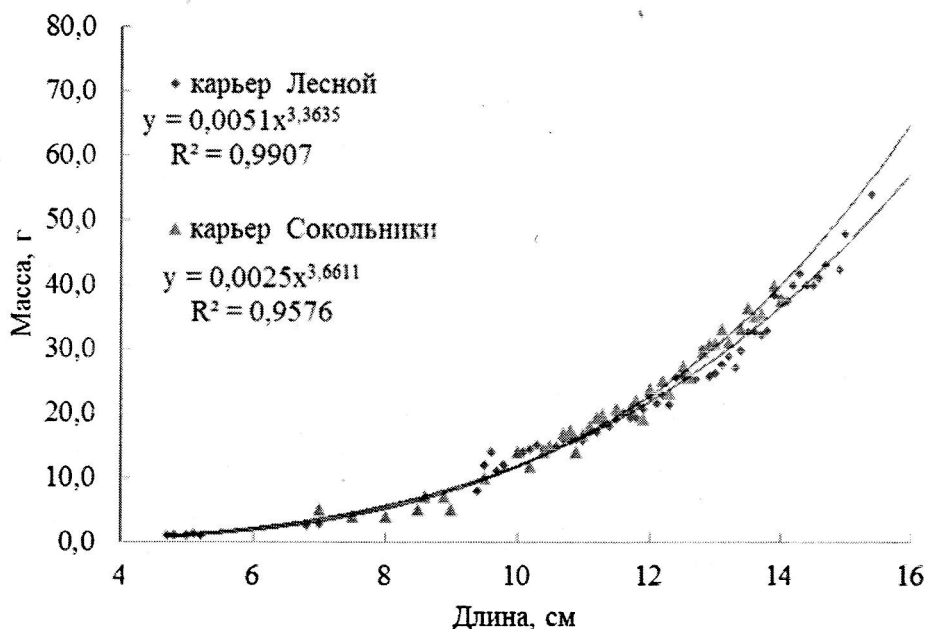


Рис. 6. Зависимость «длина–масса» в обводненных карьерах Калининградской области

Исследования данных контрольных уловов уклеи показали, что в карьере Лесном и Сокольники самки встречались в большем количестве (рис. 7). В возрасте 3 года соотношение самок и самцов в карьере Лесном близко к 1:1, в то время как в карьере Сокольники на 3-м году жизни самцы доминируют над самками (60 и 40 % соответственно).

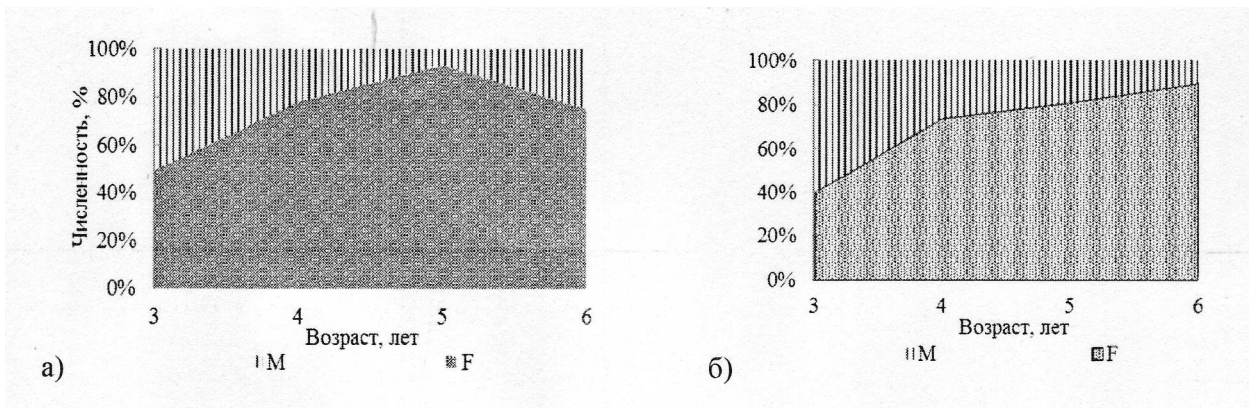


Рис. 7. Половая структура обводненных карьеров Калининградской области:
а) карьер Лесной, б) карьер Сокольники

Одним из важнейших показателей является темп линейного роста, он непосредственно связан с условиями обитания водных биоресурсов, а также с обеспеченностью пищей (для уклей важное место в пище занимает планктон).

В карьерах Сокольники и Лесной темп линейного роста с возрастом будет увеличиваться (рис. 8). Но при достижении половой зрелости темп линейного роста снижается, у уклей этот возраст равен 3–4 годам. Хорошо описывает темп линейного роста логарифмическое уравнение, с коэффициентом корреляции в карьере Лесном, равным 0,99, а в карьере Сокольники – равным 0,96. Динамика линейного прироста в рассматриваемых водоемах одинакова и с возрастом она снижается, поскольку кривые линейного темпа роста идут параллельно друг другу, что отражено на рис. 9. Отличительной особенностью является то, что в карьере Лесном средний темп абсолютного прироста выше и составляет 2 см, в то время как в карьере Сокольники он составляет 1,5 см. Это может быть связано с тем, что в карьере Лесном более благоприятные условия и лучшая обеспеченность пищей.

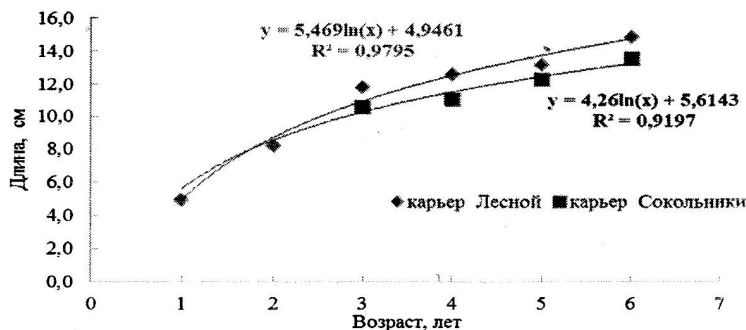


Рис. 8. Темп линейного роста уклей в карьерах Лесной и Сокольники

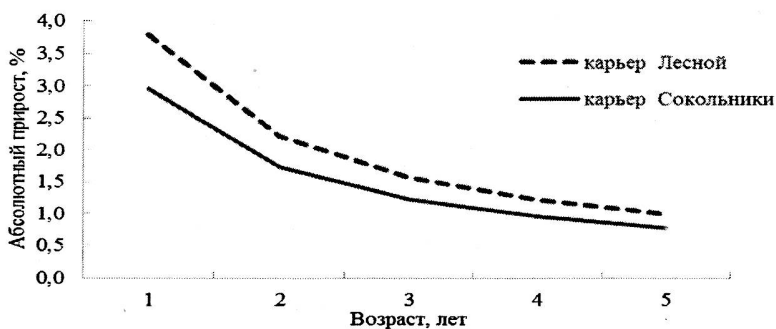


Рис. 9. Абсолютный линейный прирост уклей в карьерах Лесной и Сокольники

На основании полученных данных можно сделать следующие выводы.

1. Ихтиоценоз рассматриваемых карьеров представлен видами, относящимися к 4 семействам: карповые, окуневые, сомовые и щуковые. Доминирующим видом в карьере Лесном является уклея – 33 % от общего улова. В карьере Сокольники большую часть уловов составляет красноперка, второе место по уловам занимает уклея.

2. Размерная структура в карьере Сокольники представлена особями от 4 до 14 см, а в карьере Лесном – от 9 до 15 см. Доминирующими являются размерные группы 10–11 см.

3. Возрастная структура представлена классами от 3 до 6 лет. В карьере Лесном большая часть приходится на младшие возрастные группы, а в карьере Сокольники, наоборот, доминировали старшие возрастные группы.

4. Рост уклеи имеет линейную зависимость и увеличивается с возрастом. Темп абсолютного линейного прироста в карьере Лесном выше, чем в карьере Сокольники.

5. Зависимость «длина–масса» описывается степенным уравнением, и для уклеи характерен аллометрический рост.

6. Самки доминируют над самцами, и их доля увеличивается с возрастом.

Список литературы

1. Тылик К.В. Общая ихтиология: учебник. – Калининград: ООО «Аксиос», 2015. – 394 с.
2. Руйгите Ю.К. К вопросу о роли густеры (*Blicca bjoerkna* L.) в Правдинском водохранилище Калининградской области // Современное состояние биоресурсов внутренних водоемов: материалы докл. I Всеросс. конф. с междунар. участием, 12–16 сентября 2011 г., Борок, Россия. – М.: АКВАРОС, 2011. – Т. 2. – С. 674–678.

P.R. Zanina., Y.K. Aldushina

BIOLOGICAL PARAMETERS OF BLEAK (*ALBURNUS ALBURNUS* L.) OF THE WATERED CAREERS OF THE KALININGRAD REGION

The data on the study of structural and biological parameters of the bleak in flooded quarries in the Kaliningrad region, according to control data for the period from 2011 to 2016 are presented in article. The characteristic of the main structural and biological parameters are given.

Сведения об авторах: Занина Полина Руслановна, студентка, e-mail: zanina.polichka@mail.ru; Алдушина Юлия Казимировна, канд. биол. наук, доцент, e-mail: aldushina.yuliya@gmail.com.

УДК 591.69-7

В.Н. Казаченко, Н.Н. Ковалева
ФБГОУ ВО «Дальрыбвтуз», Владивосток, Россия

ПАЗАРИТИЧЕСКИЕ РАКООБРАЗНЫЕ (CRUSTACEA) РЫБ ВЬЕТНАМА

*С учетом собственных и литературных данных на рыбах Вьетнама зарегистрировано 98 видов из 41 рода 20 семейств паразитических ракообразных; наибольшее количество видов содержат семейства Caligidae и Lernanthropidae. Шесть видов ракообразных впервые зарегистрированы во Вьетнаме (*Caligus epinepheli*, *C. laticaudus*, *Lernanthropodes chorinemi*, *Lernanthropus chrysophrys*, *Argulus chinensis*, *A. stizostethii*). Облик фауны паразитических копепод рыб – тропический.*

Ключевые слова: Вьетнам, паразитические копеподы, рыбы.

Известно более 11500 морских, пресноводных, солоноватоводных и подземных видов копепод [1]. Примерно 1800–2000 видов копепод описано в качестве паразитов рыб [2].

Материалом для написания статьи послужили сборы паразитических копепод рыб, собранных в 1960–1961 гг. в Демократической республике Вьетнам (Вьетнамская научно-поисковая экспедиция Тихоокеанского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии – ТИПРО, ныне – ТИПРО-Центр). Часть материала собрана авторами в ноябре 2009 г. в районе Хюэ (Hue), в 2010 г. у о. Фукуок, в августе–сентябре 2011 г. и 2013 г., в зал. Бакбо (Тонкинский залив) у о. Катба (Kat Ba). В настоящей статье, с учетом собственных и литературных данных, на рыбах Вьетнама зарегистрировано 98 видов из 41 рода 20 семейств паразитических ракообразных. Обследовано 4439 экз. рыб, из них заражено 234, что составляет 5,27 %. Сбор и обработка материала проводились по общепринятой методике [3].

Класс Crustacea Lamarck, 181
Отряд Copepoda Milne Edwards, 1840
Подотряд Cyclopoida Sars, 1886

Семейство Lamproglenidae Sproston, Yin et Hu, 1950

Lamproglena carassii Sproston, Yin et Hu, 1950

Хозяин: *Culter tientsinensis* [4, 5].

Lamproglena chinensis Yu, 1937

Хозяин: *Channa* sp. [4, 5].

Lamproglena pulchella Nordmann, 1832

Хозяин: *Culter tientsinensis* [4, 5].

Семейство Lernaeidae Cobbold, 1879

Lernaea cyprinacea Linnaeus, 1758

Хозяева: *Aristichthys nobilis*, *Carassius auratus auratus*, *Channa micropeltes*, *Ch. striata*, *Cyprinus carpio*, *Hypophthalmichthys harmandie* [6].

Lernaea elegans Leigh-Sharpe, 1925

Хозяин: не определённая до вида рыба [6].

Lernaea lophiara Harding, 1950

Хозяева: *Channa striata*, *Oxyeleotris marmorata* [6].

Lernaea oryzophila Monod, 1932

Хозяин: *Oxyeleotris marmorata* [6].

Lernaea sp.

Хозяева: *Aristichthys nobilis*, *Ctenopharyngodon idellus*, *Cyprinus carpio*, *Cirrhinus* sp., *Clarias gariepinus* x *C. macrocephalus* и *Oxyeleotris marmorata* [6].

Taurocheros sp.

Хозяин: *Channa* sp. [4].

Подотряд Pоеcilocostomatoida Thorell, 1859

Семейство Ergasilidae Burmeister, 1835

Ergasilus anchoratus Markewitchsh, 1946

Хозяин: не определённая до вида рыба [6].

Ergasilus philippinensis Velasquez, 1951

Хозяева: *Gossogobius giuris* и *Oxyeleotris marmorata* [6].

Ergasilus thailandensis Capart, 1943

Хозяин: *E. thailandensis* [6].

Ergasilus sp.

Хозяева: *Anabas testudineus*, *Barbodes gonionotus*, *Channa striata*, *Clarias gariepinus* x *C. macrocephalus*, *C. macrocephalus*, *Epinephelus malabaricus*, *E. coleoides*, *Helostoma temminckii*, *Hemibarbus nemurus*, *Notopterus notopterus*, *Oxyeleotris marmorata*, *Pangasius hypophthalmus* и *P. larnaudii* [6, 7].

Paraergasilus brevidigitus Yin, 1954
Хозяин: *Cyprinus carpio* [6].
Paraergasilus medius Yin, 1956
Хозяин: *Cyprinus carpio* [6].
Paraergasilus sp.
Хозяин: *Cyprinus carpio* [6].
Sinergasilus major (Markewitsch, 1940)
Хозяева: *Aristichthys nobilis*, *Hypophthalmichthys molitrix* [4, 8].

Семейство Taeniacanthidae Wilson, 1911
Taeniacanthus lagocephali Pearse, 1952
Хозяин: *Tetraodon* sp. [4, 8].

Семейство Bomolochidae Claus, 1875
Nothobomolochus gibber (Shiino, 1957)
Хозяин: *Ablennes hians* [4, 8].
Nothobomolochus denticulatus (Bassett-Smith, 1898)
Хозяева: *Sphyræna jello*, *Hemirhamphus far* и *Selar crumenophthalmus* [9].
Nothobomolochus vervoorti Avdeev, 1986
Хозяин: *Ilisha elongata* [9].

Подотряд Siphonostomatoida Latreille, 1829

Семейство Trebiidae Wilson, 1905
Trebius elongatus Capart, 1953
Хозяин: *Taeniura meyeri* [4].

Семейство Pandaridae Milne Edwards, 1840
Pandarus satyrus Dana, 1852
Хозяин: серая акула, вид не определен [10].

Семейство Caligidae Burmeister, 1835
Abasia platyrostris Pillai, 1963
Хозяин: *Saurida tumbil* [10].
Abasia sp.
Хозяин: *Saurida tumbil* [4, 10, 11].
Anuretes branchialis Rangnekar, 1953
Хозяева: *Sarda* sp., *Platax teira* [4, 10, 11].
Caligodes laciniatus (Krøyer, 1863)
Хозяин: *Ablennes hians* [4, 11].
Caligus arii Bassett-Smith, 1898
Хозяин: *Arius* sp. [4, 10, 11, 12].
Caligus bonito Wilson, 1905
Хозяин: *Euthynnus affinis* [4, 10, 11].
Caligus confusus Pillai, 1961
Хозяин: *Abalistes stellatus*, *Decapterus* sp. [4, 11, 13].
Caligus constrictus Heller, 1865
Хозяин: *Decapterus* sp. [4, 11, 13].
Caligus eleutheronemi Shen, 1957
Хозяин: *Eleutheronema tetradactylum* [11].

- Caligus epidemicus* Hewitt, 1971
Хозяин: *Epinephelus coioides* [11].
- Caligus epinepheli* Yamaguti 1936
Хозяева: *Acanthopagrus berda*, *Nemipterus nemurus*, *N. hexodon*, *N. nematophorus* и *Paragrus major* (новая находка для Вьетнама).
Копепода *C. epinepheli* впервые зарегистрирована в водах Вьетнама.
- Caligus fortis* Kabata, 1965
Хозяин: *Abalistes stellatus* [4, 11].
- Caligus lacustris* Steenstrup et Lütken, 1861
Хозяин: *Oreochromis niloticus niloticus* [11].
- Caligus laticaudus* Shiino 1960
Хозяин: *Siganus fuscescens* (новая находка для Вьетнама).
Копепода *C. laticaudus* впервые зарегистрирована в водах Вьетнама.
- Caligus multispinosus* Shen, 1957
Хозяин: *Pampus argenteus* [4, 11].
- Caligus pelamydis* Krøyer, 1863
Хозяин: *Sphyraena jello* [4, 10, 11].
- Caligus robustus* Bassett-Smith, 1898
Хозяин: *Decapterus* sp. [4, 11, 13].
- Caligus* spp.
Хозяева: *Abalistes stellaris*, *Argyrops spinifer*, *Arius maculatus*, *Dactylopteridae*, *Ephippus orbis*, *Euthynnus affinis*, *Gerres filamentosus*, *Oreochromis niloticus niloticus*, *Pampus argenteus*, *Parastromateus niger*, *Scomberomorus commerson* и *Trichiuridae* gen. sp. [5, 6].
- Hermilius pyriventris* Heller, 1865
Хозяин: морской сом (вид не определен) [4, 10, 11].
- Lereophtheirus atypicus* Lin, Ho et Chen, 1996
Хозяин: *Siganus fuscescens* [4, 11].
- Lereophtheirus longipalpus* Bassett-Smith, 1898
Хозяин: неопределенный до вида морской сом [4, 11].
- Lereophtheirus* sp.
Хозяин: *Epinephelus tauvina* [11].
- Mappates plataxus* Rangnekar, 1958
Хозяева: *Platax teira* и *Sarda* sp. [4, 10, 11].
- Parapetalus hirsutus* (Bassett-Smith, 1898)
Хозяин: *Eleutheronema tetradactylum* [4, 11].
- Parapetalus longipennatus* Rangnekar, 1956
Хозяин: *Channa* sp. [4, 10, 11].
- Parapetalus occidentalis* Wilson, 1908
Хозяева: *Sphyraena jello*, *Saurida tumbil* [4, 8, 10, 11].
- Parapetalus orientalis* Steenstrup et Lutken, 1861
Хозяева: *Anabas testudineus*, *Pomadasys guoraca* [4, 10, 11].
- Sinocaligus formicoides* (Redkar, Rangnekar et Murti, 1949)
Хозяин: *Dussumieria elopsoides* [4, 8, 10, 11].
- Synestius caliginus* Steenstrup et Lutken, 1861
Хозяин: *Parastromateus niger* [4, 10, 11].
- Семейство Pseudocycnidae Wilson, 1922
Cybicola armatus (Bassett-Smith, 1898)
Хозяева: *Euthynnus alleteratus*, *Scomberomorus commerson*, *Sphyraena jello* [4, 10].
- Pseudocycnus appendiculatus* Heller, 1865

Хозяева: *Auxis thazard*, *Euthynnus affinis*, *E. alleteratus* [4, 14].

Семейство Kroeyeriidae Kabata, 1979

Kroeyeria spatulata Pearse, 1948

Хозяин: *Carcharhinus sorrah* [4].

Семейство Hatschekiidae Kabata, 1979

Hatschekia albirubra Wilson, 1913

Хозяин: *Lutjanus johnii* [14].

Hatschekia conifera Yamaguti, 1939

Хозяин: *Lutjanus johnii* [14].

Hatschekia foliolata Redkar, Rangnekar, Murti, 1950

Хозяева: *Parastromateus niger*, *Nemipterus peronii*, неопределенная до вида рыба [4, 10].

Hatschekia hanguenvani Kazatchenko, Kovaleva, Nguen et Ngo, 2017

Хозяин: *Lutjanus erythropterus* [15].

Hatschekia rotundigenitalis Yamaguti, 1939

Хозяин: не определенная до вида рыба [4, 10].

Pseudocongericola sp.

Хозяин: *Congresox talabonoides* [4].

Семейство Lernanthropidae Kabata, 1979

Chauvanium chauvani Kazatchenko, Kovaleva, Nguen et Ngo, 2017

Хозяин: *Alepes melanoptera* [15].

Lernanthropinus decapteri (Pillai, 1964)

Хозяин: *Decapterus maruadsi*, *Elisha filigera* [4, 8].

Lernanthropinus gibbosus (Pillai, 1964)

Хозяева: *Saurida tumbil*, неопределенная до вида рыба семейства Leiognathidae [4, 8, 11].

Lernanthropinus sphyraenae (Yamaguti et Yamasu, 1959)

Хозяин: *Mene maculata* [4, 8, 11].

Lernanthropodes chorinemi Pillai 1962

Хозяин: *Scomberoides lysan* (новая находка для Вьетнама).

Копепода *L. chorinemi* впервые зарегистрирована в водах Вьетнама.

Lernanthropodes sp.

Хозяин: *Alepes melanoptera* [8].

Lernanthropus alatus Pillai, 1964

Хозяева: *Alepes melanoptera*, *Caranx* sp., *Decapterus* sp. [4, 8, 11].

Lernanthropus carangis Pillai, 1964

Хозяева: *Channa* sp., *Parastromateus niger*, *Upeneus sulfureus*, сабля-рыба [4, 8, 11].

Lernanthropus chirocentrosus Tripathi, 1959

Хозяин: *Chirocentrus dorab* [4, 8].

Lernanthropus chrysophrys Shishido, 1898

Хозяин: *Acanthopagrus berda* (новая находка для Вьетнама).

В фауне Вьетнама копепода *L. chrysophrys* зарегистрирована впервые.

Lernanthropus cornutus Kirtisinghe, 1937

Хозяин: *Ablennes hians* [4, 8].

Lernanthropus francai Nunes-Ruivo, 1962

Хозяин: *Larimichthys croceus* [4, 8, 11].

Lernanthropus lappaceus Wilson, 1912

Хозяин: *Arius maculatus*, *Eleutheronema tetradactylum*, неопределенная до вида рыба [4, 8, 11, 16].

Lernanthropus latis Yamaguti, 1954

Хозяин: *Lates calcarifer* [7].

Lernanthropus opisthopteri Pillai, 1964

Хозяин: *Ilisha elongata* [4, 8, 11].

Lernanthropus otolithi Pillai, 1963

Хозяин: *Johnius carouna* [4, 8].

Lernanthropus polynemi Richiardi, 1881

Возможно нахождение этого вида в водах Вьетнама, так как в нашем материале есть специфичный хозяин этого вида копепод – *Eleutheronema tetradactylum* [4, 11].

Lernanthropus trifolius Bassett-Smith, 1898

Хозяева: *Agius maculatus*, *Arius* sp., *Galeoides decadactylus*, *Polydactylus sextarius* [4, 8, 11].

Lernanthropus villiersi Delamare-Deboutteville et Nunes-Ruivo, 1954

Хозяин: *Gerres filamentosus* [4, 11].

Lernanthropus sp.

Хозяин: *Chirocentrus dorab* [8].

Sagum sanguineus (Song, 1976)

Хозяин: *Lutjanus johnii* [4, 16].

Sagum vietnamiensis Kazatchenko, Kovaleva, Nguen et Ngo, 2017

Хозяин: не определенная до вида рыба [15].

Sagum sp.

Хозяин: не определенная до вида рыба [16].

Семейство Pennellidae Burmeister, 1835

Lernaecera branchialis (Linnaeus, 1767)

Хозяин: *Epinephelus tauvina* [6]. Очевидно, это неверное определение копеподы.

Семейство Lernaepodidae Milne Edwards, 1840

Charopinopsis quaternia (Wilson, 1935)

Хозяин: *Scomberoides lysan* [4, 16].

Clavellopsis trichiuri Gnanamuthu, 1951

Хозяева: *Chirocentrus dorab*, *Acanthopagrus berda* [4].

Neobrachiella sp.

Хозяин: *Valamugil engeli* [4].

Семейство Naobranchiidae Yamaguti, 1939

Naobranchia sp.

Хозяин: *Gerres filamentosus* [4, 10].

Отряд Arguloidea Wilson, 1932

Семейство Argulidae Müller, 1785

Argulus chinensis Ku et Yang, 1955

Хозяин: *Anabas testudineus* (новая находка для Вьетнама).

A. testudineus – новый хозяин *A. chinensis*.

A. chinensis впервые зарегистрирован в водах Вьетнама.

Argulus stizostethii Kellicott, 1880

Хозяин: *Cyprinus carpio* (новая находка для Вьетнама).

C. carpio – новый хозяин *A. stizostethii*.

A. stizostethii впервые зарегистрирован в водах Вьетнама.

Отряд Isopoda Latreille, 1802

Семейство Corallanidae Hansen, 1890

Alcirona krebsii Hansen, 1890

Хозяин: *Epinephelus tauvina* [17].

Corallana grandiventra Ho et Tonguthai, 1992

Хозяин: *Notopterus notopterus* [по 6].

Corallana sp.

Хозяин: *Epinephelus tauvina* [по 6].

Семейство Gnathiidae Leach, 1814

Gnathia sp.

Хозяева: *Drepane punctata*, *Epinephelus coleoides* и *E. bleekeri* [7].

Семейство Cymothoidae Leach, 1818

Ceratothoa verrucosa (Schioedte et Meinert, 1883)

Хозяин: *Epinephelus coioides* [7].

Семейство Aegidae White, 1850

Alitropus typus Milne Edwards, 1840

Хозяин: не определённая до вида рыба [18].

Isopoda fam. gen. sp.

Хозяин: не определённая до вида рыба [по 6].

Список литературы

1. Voxshall G.A., Defaye D. Global diversity of copepods (Crustacea: Copepoda) in freshwater // *Hydrobiologia*. – 2008. – Vol. 595. – P. 195–207.
2. Kabata Z. Parasitic Copepoda of British fishes // *Ray. Soc.* – 1979. – N. 152. – 468 p., figs. 1–2031.
3. Быховская-Павловская И.Е. Паразиты рыб. Руководство по изучению. – Л.: Наука, 1985. – 121 с.
4. Казаченко В.Н., Ковалева Н.Н., Nguyen V.T., Ngo H.D. Таксономический обзор паразитических копепод (Crustacea: Copepoda) рыб Вьетнама // *Науч. тр. Дальрыбвтуза*. – 2014. – Т. 31. – С. 20–30.
5. Самотылова Н.Н. Паразитические копеподы пресноводных рыб Вьетнама. Род *Lamproglena* Nordmann, 1832 (Crustacea: Copepoda: Cyclopoidea: Lamproglenidae) // *Науч. тр. Дальрыбвтуза*. – 2010. – Т. 22, ч. 1. – С. 92–102.
6. Arthur J.R., Te B.Q. Checklist of parasites of fishes of Viet Nam // *FAO Fisheries Technical Paper*. – Rome, FAO, 2006. – No. 369/2. – 133 p.
7. Vo T.D., Bristow G.A., Nguyen H.D., Nguyen N.T.N. The Parasites of Grouper and Sea Bass in Vietnam. – Ho Chi Minh city: Agricultural Publishing House, 2012. – 178 p.
8. Самотылова Н.Н., Казаченко В.Н., Ngo H.D., Nguyen V.T. Новые виды паразитических копепод (Crustacea: Copepoda) рыб для фауны Вьетнама // *Материалы II Международ. науч.-практ. конф. «Актуальные проблемы освоения биологических ресурсов Мирового океана»*. – 2012. – С. 138–143.
9. Авдеев Г.В. Три новых и один известный виды паразитических копепод рода *Nothobomolochus* (Bomolochidae, Poesilostomatoidea) рыб Тихого океана // *Зоологический журнал*. – 1986. – Т. 65, вып. 1. – С. 55–65.

10. Самотылова Н.Н. Представители Cyclopoida и Siphonostomatoida (Crustacea: Copepoda) в фауне Вьетнама // Изв. Самар. науч. центра РАН. – 2011. – Т. 13, № 1 (5). – С. 1146–1148.

11. Казаченко В.Н., Ковалева Н.Н., Ngo H.D., Nguyen V.T. Паразитические ракообразные рыб Вьетнама – Caligidae (Crustacea: Copepoda: Siphonostomatoida) // Материалы II Междунар. науч.-практ. конф. «Научно-практические вопросы регулирования рыболовства», 23–24 октября 2013 г. – Владивосток, 2013. – С. 238–250.

12. Samotylova N.N., Kazachenko V.N., Ngo H.D., Nguyen V.T. Parasitic copepod *Caligus arii* Bassett-Smith, 1898 (Crustacea: Siphonostomatoida: Caligidae) in Vietnam marine fishes // V Hoi nghi Khoa hoc va Cong nghe bien toan quoc lan thu (V Национальный съезд по морской науке и технологии Вьетнама), 2011. – Vol. 4. Биология и биоресурсы моря. – P. 205–210. (на вьетнамском языке, англ. рез.).

13. Kazachenko V.N., Kovaleva N. N., Ngo H.D., Ha N.V., Nguyen V.T. Redescription of three caligid species of the genus *Caligus* Müller, 1785 (Copepoda: Caligidae), parasites of marine fish *Decapterus* sp. (Perciformes: Carangidae) from Tonkin gulf, Vietnam // Tap Chi Sinh Hoc. – 2014. – Vol. 36(1). – P. 1–11. (на вьетнамском языке, англ. рез.).

14. Самотылова Н.Н., Казаченко В.Н., Ngo H.D., Nguyen V.T. Представители рода *Hatschekia* (Crustacea: Copepoda: Siphonostomatoida, Hatschekiidae) в фауне Вьетнама // Материалы II Междунар. науч.-практ. конф. «Актуальные проблемы освоения биологических ресурсов Мирового океана». – 2012. – С. 136–138.

15. Казаченко В.Н., Ковалева Н.Н., Nguyen V.T., Ngo H.D. Три новых вида и один новый род паразитических копепод (Crustacea: Copepoda) из рыб Южно-Китайского моря // Биология моря. – 2017, in litt.

16. Самотылова Н.Н., Ngo H.D., Казаченко В.Н., Nguyen V.T. Паразитические копеподы рыб Вьетнама. Семейство Lernanthropidae (Crustacea: Copepoda: Siphonostomatoida) // Материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 100-летию со дня рождения лауреата Государственной премии В.С. Калиновского, 6–7 декабря 2011 г. – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2011. – С. 57–62.

17. Казаченко В.Н., Ковалева Н.Н., Фещенко Н.В., Ha N.V. *Alcirona krebsii* Hansen, 1890 (Crustacea: Isopoda: Corollanidae) – новая для фауны Вьетнама паразитическая изопода // Науч. тр. Дальрыбвтуза. – 2014. – Т. 32. – С. 11–13.

18. Te B.Q. Crustacean parasites of freshwater fish in the Mekong River delta, prevention and treatment methods // Fisheries Review. 1995. – No. 3 (May-June). – P. 6, 22. (на вьетнамском языке).

V.N. Kazachenko, N.N. Kovaleva
Dalrybvtuz, Vladivostok, Russia

PARASTIC CRUSTACEA (CRUSTACEA) FISH OF VIET NAM

98 species of 41 genera of 20 families of parasitic crustaceans are registered on fish of Viet Nam. The largest number of species contain the families Caligidae and Lernanthropidae. Six species of crustaceans were first recorded in Viet Nam (Caligus epinepheli, C. laticaudus, Lernanthropodes chorinemi, Lernanthropus chrysophrys, Argulus chinensis, A. stizostethii). The fauna of the parasitic copepod of fish is tropical.

Key words: Viet Nam, parasitic crustaceans, fish.

Сведения об авторах: Казаченко Василий Никитич, доктор биол. наук, профессор, e-mail: prof.kazachenko@gmail.com; Ковалева Нина Николаевна, аспирант, e-mail: samotnina@gmail.com

В.Н. Казаченко
ФГБОУ ВО «Дальрыбвтуз», Владивосток, Россия

ГЕОГРАФИЧЕСКОЕ РАСПРОСТРАНЕНИЕ ПАРАЗИТИЧЕСКИХ КОПЕПОД (CRUSTACEA: COPEPODA) РЫБ

Впервые рассмотрено распространение паразитических копепод рыб по зоогеографическим районам. Приведены данные о количестве паразитических копепод по зоогеографическим единицам.

Зоогеографическое районирование, проведенное по разным группам организмов, отличается друг от друга [например, 1–8 и др.], но общие закономерности распространения организмов сохраняются. Различия в районировании зависят в основном от особенностей экологии животных, по которым проведено районирование.

Работ по зоогеографии паразитических копепод мало, отсутствуют обобщающие статьи по географическому распространению этой группы животных. Первые сведения об их географическом распространении находим у Дана [9] и Чернявского [10]. Дальнейшие исследования накапливают материал по географическому распространению этих животных [например, 11–14 и др.].

Пресноводные и морские паразитические копеподы привлекаются исследователями для решения частных зоогеографических задач. Например, для зоогеографической характеристики некоторых хозяев [15–19 и др.], для зоогеографической характеристики какого-нибудь района [20–23 и др.] и реже – для собственно зоогеографического распространения отдельных таксонов паразитических копепод [например, 24–26 и др.].

В связи с тем что разные районы Мирового океана изучены неравномерно, мы не даем зоогеографического районирования паразитических копепод рыб, а приводим данные по их распространению. Мы использовали зоогеографическое районирование Мирового океана, предложенное К.Н. Несис [27].

Распространение сублиторальных копепод

Рассмотрим географическое распространение паразитических копепод морских рыб, обитающих на сублиторальных видах хозяев.

Распределение паразитических копепод рыб по океанам приведено в табл. 1. Из нее видно, что наиболее богата фауна копепод Тихого океана. На втором месте по обилию паразитических копепод рыб стоит Атлантический, а затем следует Индийский океан.

Таблица 1

Количество копепод, зарегистрированных в Мировом океане и пресных водах

Океаны	Количество		
	семейств	родов	видов
Северный Ледовитый	11	25	33
Атлантический	29	175	720
Тихий	29	206	873
Индийский	24	116	421
Южный	7	13	17
Пресные воды	8	44	245

Количество видов, родов и семейств копепод, зарегистрированных в зоогеографических областях, приведено в табл. 2.

Таблица 2

**Количество копепод, зарегистрированных в зоогеографических областях
(сублитораль)**

Зоогеографические области	Количество		
	семейств	родов	видов
Арктическая	9	19	24
Западно-атлантическая бореальная	20	53	99
Восточно-атлантическая бореальная	16	52	115
Западно-тихоокеанская бореальная	14	36	69
Восточно-тихоокеанская бореальная	20	42	123
Западно-атлантическая тропическая	24	77	229
Средиземноморская	17	58	153
Восточно-атлантическая тропическая	21	51	119
Индоветспацифическая	25	132	615
Восточно-тихоокеанская тропическая	8	15	35
Гавайская	7	14	28
Южно-американская	10	29	61
Южно-африканская	12	32	51
Южно-австралийская	16	39	58
Новозеландская	10	20	32
Антарктическая	3	5	6

В табл. 3 приведены цифровые сведения об эндемиках каждого зоогеографического района.

Таблица 3

**Количество эндемиков, зарегистрированных в зоогеографических областях
(сублитораль)**

Зоогеографические области	Количество		
	семейств	родов	видов
Арктическая	-	-	1
Западно-атлантическая бореальная	1	2	16
Восточно-атлантическая бореальная	-	-	25
Западно-тихоокеанская бореальная	-	2	20
Восточно-тихоокеанская бореальная	-	3	65
Западно-атлантическая тропическая	2	9	104
Средиземноморская	-	4	60
Восточно-атлантическая тропическая	-	2	42
Индоветспацифическая	5	36	461
Восточно-тихоокеанская тропическая	-	-	4
Гавайская	-	1	11
Южно-американская	-	5	34
Южно-африканская	-	-	9
Южно-австралийская	-	7	25
Новозеландская	-	-	11
Антарктическая	1	1	4

Особенности распространения паразитических копепод рыб сублиторали по зоогеографическим областям.

В **Арктической зоогеографической области** (табл. 2) преобладают представители бореального комплекса (10 видов, что составляет 41,7 %), бореоарктического (6 видов, 25,0 %) и арктобореального (2 вида, 8,3 %). В этой области зарегистрированы 3 (12,5 %) космополита, 2 (8,3 %) биполярных вида и 1 (4,2 %) эндемик (*Caligus glacialis*). Состав видов этой зоогеографической области говорит, что в ее становлении играли большую роль виды бореального происхождения. Двадцать видов копепод являются общими между Арктической и Восточно-атлантической бореальной, из них 10 (50,0 %) бореальных, 4 (20,0 %) бореоарктических, 2 (10,0 %) биполярных, 1 (5,0 %) арктобореальный и 3 (15,0 %) космополита.

Фауна копепод **Западно-атлантической бореальной зоогеографической области** носит смешанный характер и складывается из арктическо-бореальных (2 вида, 2,0 %), биполярных (7, 7,1 %), бореоарктических (8, 8,1 %), бореальных (14, 14,1 %), бореотропических (8, 8,1 %), космополитов (15, 15,2 %), тропикобореальных (18, 18,2 %), тропических (10, 10,0 %), пресноводных (1, 1,0 %). В этой области зарегистрировано 1 (5,0 %) эндемичное семейство (Tanypleuridae), 2 (3,8 %) эндемичных рода (*Lernaeosolea*, *Tanypleurus*) и 16 (16,2 %) видов эндемиков. Между Западно-атлантической и Восточно-тихоокеанской бореальными зоогеографическими областями 12 общих видов, из которых 6 (50,0 %) бореальных, 1 (8,3 %) бореотропический и 5 (41,7 %) космополитов. Список общих копепод Западно-атлантической и Восточно-атлантической бореальных областей включает 33 вида, из которых 1 (3,0 %) арктобореальный, 5 (15,1 %) биполярных, 6 (18,2 %) бореоарктических, 9 (27,3 %) бореальных, 3 (9,1 %) бореотропических, 6 (18,2 %) космополитов, 2 (6,1 %) тропикобореальных и 1 (3,0 %) тропический. Общих видов между Западно-атлантической и Арктической зоогеографическими областями – 14, из них 2 (14,3 %) арктобореальных, 1 (7,1 %) биполярный, 4 (28,6 %) бореоарктических, 5 (35,7 %) бореальных и 2 (14,3 %) космополита. Смешанный характер фауны копепод этой зоогеографической области зависит от течений, в частности от течения Гольфстрим, с которым в бореальную область заносятся теплолюбивые хозяева, а вместе с ними – и копеподы.

В **Восточно-атлантической бореальной области** зарегистрированы виды из арктобореального (1 вид, или 0,9 %), биполярного (9, 7,8 %), бореоарктического (7, 6,1 %), бореального (20, 17,4 %), бореотропического (13, 11,3 %), тропикобореального (17, 14,8 %) и тропического (9, 7,8 %) комплексов. Здесь также отмечены космополиты (11, 9,6 %) и пресноводные (2, 1,7 %); в этой области отсутствуют эндемичные семейства и роды копепод, эндемичных видов копепод – 25 (21,7 %).

Фауну копепод **Западно-тихоокеанской бореальной области** составляют виды бореального (17, 24,6 %), тропического (10, 14,5 %), тропикобореального (7, 10,1 %), бореотропического (4, 5,8 %), бореоарктического (2, 2,9 %), арктобореального (1, 1,5 %), биполярного (1, 1,5 %) и пресноводного (1, 1,5 %) комплексов. Пресноводная копепода *Achtheres percarum* зарегистрирована на *Sander lucioperca* (= *Stizostedion lucioperca*), которая заходит в эстуарии рек и заносит с собой пресноводных паразитов, где была зарегистрирована как морской вид [28]. Здесь зарегистрировано 6 (8,7 %) космополитов и 20 (29,0 %) эндемиков, при этом – 2 (5,6 %) эндемичных рода (*Markevitchielinus* и *Innaprokokofevnas*). Между Восточно-атлантической и Западно-тихоокеанской бореальными областями 6 общих видов, из которых 4 бореальных и 2 космополита. Между этой же областью и Арктической – 8 общих видов, из которых 1 арктобореальный, 2 бореоарктических, 4 бореальных и 1 космополит. Видно, что облик этой области бореальный. На юге этой области в летний период встречаются представители южного происхождения, например, виды родов *Lernanthropsis*, *Lernanthropus* и *Hatschekia*.

Восточно-тихоокеанская бореальная область характеризуется следующими комплексами копепод: биполярным (4, 3,3 %), бореоарктическим (2, 1,6 %), бореальным (22, 17,9 %), бореотропическим (3, 2,4 %), нотально-тропическим (1, 0,8 %), тропикобореальным (3, 2,4 %) и тропическим (15, 12,3 %). Виды тропического происхождения этой области принадлежат родам *Hatschekia*, *Lernanthropus*, *Pandarus*, *Peniculus* и *Alebion*. В этой зоо-

географической области зарегистрировано 8 (6,5 %) космополитов; для нее характерен очень высокий процент эндемиков (65, 52,8 %), здесь обитает 3 (7,1 %) эндемичных рода (*Norkus*, *Protodactylina* и *Pseudodiocus*). Между Восточно-тихоокеанской и Западно-тихоокеанской бореальными областями 25 общих видов, из которых 1 (4,0 %) биполярный, 2 (8,0 %) бореоарктических, 16 (64,0 %) бореальных, 1 (4,0 %) бореотропический, 4 (16,0 %) космополита и 1 (4,0 %) тропикобореальный. Между Восточно-тихоокеанской и Арктической зоогеографическими областями 8 общих видов, из которых 2 бореоарктических, 4 бореальных и 2 космополита. Анализ приведенных выше цифр показывает, что облик этой зоогеографической области – бореальный.

Из табл. 2 видно, что наибольшее количество видов сублиторальных копепоид обитает в Индовестпацифической области, здесь же зарегистрировано и наибольшее количество эндемиков (табл. 3). Это объясняется древностью ее происхождения, огромной территорией, которую она занимает, и как следствие этого – обилием разнообразных мест обитания, в которых и происходило видообразование. Характерными обитателями этой области являются представители тропического комплекса (90, 14,6 %), которые с эндемиками (461, 75,0 %) составляют 89,6 % видов фауны. Здесь также зарегистрированы биполярные виды (4, 0,6 %), бореотропические (6, 1,0 %), нотальные (1, 0,2 %), тропикобореальные (15, 2,4 %), тропиконотальные (7, 1,1 %). Случайными обитателями этой области являются бореоарктический (1, 0,2 %) и бореальный (1, 0,2 %) виды, которые обнаружены у берегов Японии, и пресноводные виды (4, 0,6 %), заносимые рыбами пресноводного комплекса в эстуарные части рек. В этой области зарегистрировано 25 (4,1 %) видов космополитов. Обращает на себя внимание высокий эндемизм этой зоогеографической области, здесь зарегистрировано 5 (20,0 %) эндемичных семейств (*Anthessiidae*, *Archidactylinidae*, *Carnifossoriidae*, *Macrochironidae* и *Tegobomolochidae*) и 35 (27,3 %) родов (*Acespadia*, *Brachiochondria*, *Byrnesius*, *Caligulina*, *Carnifossorius*, *Ceratochondria*, *Cirracanthus*, *Creopelates*, *Cryptochondria*, *Diergasilus*, *Eudactylinopsis*, *Heniochophilus*, *Holocolax*, *Humphreysia*, *Ichthyotaces*, *Immanthe*, *Kabataella*, *Mappates*, *Mitrapus*, *Naricolax*, *Paramicrochiron*, *Parechetus*, *Praecidochondria*, *Prochondracanthopsis*, *Proclavellodes*, *Pseudacanthocanthopsis*, *Pseudocongericola*, *Pseudorbitacolax*, *Pterochondria*, *Pumiliopsis*, *Scheherazade*, *Serpentisaccus*, *Sinocaligus*, *Synestius* и *Tegobomolochus*).

Рассмотрим особенности фауны паразитических копепоид провинций **Индовестпацифической области**.

В *Восточно-африканской провинции* зарегистрировано 82 вида копепоид, относящихся к 37 родам 16 семейств. Здесь преобладают виды тропического комплекса (52, 63,4 %), которые с эндемиками (18, 22,0 %) составляют 85,4 % фауны копепоид этой области; эндемичных семейств и родов нет. В этой провинции также зарегистрировали виды из тропикобореального (1, 1,2 %) и тропиконотального (1, 1,2 %) комплексов, а также космополиты (10, 12,2 %). Видно, что облик этой провинции – тропический.

В *Индомалайской провинции* обитает 387 видов из 106 родов 22 семейств копепоид. По фаунистическим комплексам они распределяются следующим образом: тропических – 112 (28,9 %), тропикобореальных – 7 (1,8 %), тропиконотальных – 5 (1,3 %). Среди эндемиков этой провинции 2 семейства (*Carnifossoriidae*, *Macrochironidae*) копепоид, что составляет 9,1 %. Эндемичных родов – 15 (*Byrnesius*, *Caligulina*, *Carnifossorius*, *Eudactylinopsis*, *Humphreysia*, *Immanthe*, *Kabataella*, *Mappates*, *Paramicrochiron*, *Parechetus*, *Proclavellodes*, *Pseudorbitacolax*, *Pterochondria*, *Scheherazade* и *Serpentisaccus*), т.е. 14,2 % от всех родов этой провинции. Эндемичных видов больше половины – 240 (62,0 %); космополитов – 18 (4,6 %). Случайными видами являются копепоиды бореоарктического – 1 (0,3 %), бореотропического – 1 (0,3 %), нотального – 1 (0,3 %) и пресноводного – 2 (0,6 %) комплексов. Между Индомалайской и Восточно-африканской провинциями 46 общих видов, из которых 38 (82,6 %) тропических и 8 (17,4 %) космополитов. Между Индомалайской провинцией и Южно-австралийской областью 19 общих видов, из которых 3 (15,8 %) космополита, 15 (78,9 %) тропических и 1 (5,3 %) тропиконотальный. Список общих копепоид Индомалай-

ской и Сино-Японской провинций включает 58 видов, из которых 10 (17,2 %) космополитов, 1 (1,7 %) тропикобореальный, 45 (77,6 %) тропических, 2 (3,5 %) тропиконотальных. Из приведенных цифр видно, что облик этой провинции – тропический.

В *Сино-Японской провинции* зарегистрировано 240 видов 85 родов 18 семейств копепоид. В этой провинции, как и в Индомалайской, преобладают тропические виды (63, 26,2 %), которые вместе с эндемиками (139, 57,9 %) составляют 84,1 %. Здесь обитают одно (5,6 %) эндемичное семейство (*Tegobomolochidae*), 9 (10,6 %) эндемичных родов (*Acespadia*, *Brachiochondria*, *Creopelates*, *Cryptochondria*, *Diergasilus*, *Naricolax*, *Prochondracanthopsis*, *Pseudocongericola* и *Tegobomolochus*). В этой провинции также зарегистрированы космополиты (15, 6,3 %) и небольшое количество биполярных – 4 (1,7 %), бореальных – 1 (0,4 %), бореотропических – 4 (1,7 %), тропиконотальных – 4 (1,7 %), тропикобореальных – 8 (3,3 %) и пресноводных – 2 (0,8 %) видов. Между Сино-Японской провинцией и Западно-тихоокеанской бореальной областью 22 общих вида, из которых 1 (4,5 %) бореальный, 4 (18,2 %) бореотропических, 2 (9,1 %) космополита, 6 (27,3 %) тропикобореальных и 9 (40,9 %) тропических. Список общих видов Сино-Японской провинции и Гавайской зоогеографической области включает 4 вида, из которых 3 космополита и 1 тропический.

Полинезийская провинция характеризуется небольшим числом видов (36 вид, 12 родов, 7 семейств), относящихся в основном к тропическим – 21 (58,3 %) и эндемичным видам – 10 (27,8 %), здесь также найдены 4 (11,1 %) космополита и 1 (2,8 %) бореотропический вид. Между Полинезийской провинцией и Южно-австралийской областью только 2 общих вида, относящихся к тропическим. Список общих видов Полинезийской и Сино-Японской провинций включает 8 видов, из которых 3 космополита и 5 тропических. Таким образом, и эта провинция несет черты тропического происхождения. Эндемичных семейств и родов копепоид здесь не обнаружено.

В **Гавайской зоогеографической области** также зарегистрировано небольшое число видов (табл. 2 и 3). Характерными для этой области являются тропические (11, 39,3 %) и эндемичные (11, 39,3 %) виды, которые составляют 78,6 % фауны копепоид. Здесь зарегистрирован 1 (7,1 %) эндемичный род (*Nudisodalis*). В этой области обитает 4 (14,3 %) космополита и 2 (7,1 %) тропикобореальных вида. Между Гавайской и Южно-австралийской зоогеографическими областями 2 тропических вида являются общими. Облик рассматриваемой области – тропический.

В **Восточно-тихоокеанской тропической области** зарегистрировано небольшое количество видов копепоид (табл. 2). Больше половины ее видов (51,4 %) являются тропическими (14 видов, 40,0 %) и эндемиками – (4, 11,4 %), остальные – космополитами – 14 (40,0 %). Здесь также зарегистрированы бореотропические – 1 (2,9 %) и тропикобореальные – 2 (5,7 %) виды; эндемичные семейства и роды отсутствуют. Между Восточно-тихоокеанской тропической и Восточно-тихоокеанской бореальной областями 13 общих видов, из которых 3 (23,1 %) космополита, 1 (7,7 %) тропикобореальный и 9 (69,2 %) тропических. Список общих видов Восточно-тихоокеанской тропической и Южно-американской нотальной составляет 7 видов, из которых 3 космополита и 4 тропических. Облик этой зоогеографической области – тропический.

Фауну копепоид (табл. 2) **Западно-атлантической тропической области** составляют виды следующих комплексов: биполярных – 4 (1,8 %), бореоарктических – 1 (0,4 %), бореальных – 3 (1,3 %), бореотропических – 7 (3,1 %), нотальных – 1 (0,4 %), пресноводных – 4 (1,8 %), тропикобореальных – 25 (10,9 %), тропических – 53 (23,1 %) и тропиконотальных – 1 (0,4 %); здесь зарегистрировано 26 (11,4 %) космополитов. В этой зоогеографической области высокий процент эндемиков, здесь зарегистрировано 2 (8,0 %) эндемичных семейства (*Grandiunguidae* и *Telsidae*), 9 (11,7 %) родов (*Acanthocolax*, *Belizia*, *Dicrobomolochus*, *Entepherus*, *Grandiungus*, *Mixtio*, *Neobomolochus*, *Scolecicara* и *Telson*) и 104 (45,4 %) эндемичных вида копепоид. Список общих видов Западно-атлантической и Восточно-тихоокеанской тропических областей включает 16 валидных названий, из которых 1 % бо-

реотропический, 10 % космополитов и 5 % тропических. Облик этой зоогеографической области – тропический.

Западно-атлантическая тропическая область содержит две провинции: Вестиндскую и Бразильскую. Рассмотрим особенности фаун копепоид этих провинций.

Список зарегистрированных видов копепоид *Вестиндской провинции* (212 видов, 72 рода, 24 семейства) включает следующие комплексы: биполярный – 4 (1,9 %), бореоарктический – 1 (0,5 %), бореальный – 3 (1,4 %), бореотропический – 7 (3,3 %), пресноводный – 4 (1,9 %), тропикобореальный – 25 (11,8 %), тропический – 49 (23,1 %). Как и вся Западно-атлантическая тропическая область, Вестиндская провинция несет отпечаток тропического происхождения: здесь высокий процент эндемизма: 2 (8,33 %) эндемичных семейства (*Grandiunguidae* и *Telsidae*), 9 (11,5 %) родов (*Acanthocolax*, *Belizia*, *Dicrobomolochus*, *Entepherus*, *Grandiungus*, *Mixtio*, *Neobomolochus*, *Scolecicara* и *Telson*) и 95 (44,8 %) эндемичных видов. В этой провинции обитает 24 (11,3 %) вида космополитов. Между Вестиндской провинцией и Западно-атлантической бореальной областью 40 общих видов копепоид, из которых 4 (10,0 %) биполярных, 1 (2,5 %) бореоарктический, 2 (5,0 %) бореальных, 6 (15,0 %) бореотропических, 6 (15,0 %) космополитов, 1 (2,5 %) пресноводный, 15 (37,5 %) тропикобореальных и 5 (12,5 %) тропических. Относительно большое количество (17,5 %) бореотропических, тропикобореальных и бореальных видов говорит о том, что на севере границы этой провинции следует уточнить.

В *Бразильской провинции* зарегистрировано 30 видов 21 рода 9 семейств копепоид, которые входят в нотальный – 1 (3,3 %) и тропический – 13 (43,3 %) комплексы. Кроме этого здесь зарегистрировано 7 (23,4 %) космополитов и 9 (30,0 %) эндемиков. Эндемичных семейств и родов копепоид в этой провинции нет. Между Бразильской и Вестиндской провинциями 13 общих видов, из которых 5 (38,5 %) космополитов и 8 (61,5 %) тропических. Список общих видов Бразильской провинции и Южно-американской нотальной области включает 5 видов, из которых 2 космополита, 1 нотальный и 2 тропических. С учетом эндемиков облик этой провинции следует признать тропическим.

Для **Восточно-атлантической тропической области** характерными являются виды из тропических – 40 (33,6 %), тропикобореальных – 13 (10,9 %), тропиконотальных – 2 (1,7 %), нотально-тропических – 1 (0,8 %), бореотропических – 1 (0,8 %), которые вместе с эндемиками (42, 35, 3 %) составляют 83,1 % всех копепоид фауны этой области. Здесь обитает 2 (3,9 %) эндемичных рода (*Andreina* и *Dartevelia*). Кроме копепоид перечисленных комплексов здесь обитают копепоиды биполярного – 3 (2,5 %) и бореального – 4 (3,4 %) комплексов; космополитов – 13 (11,0 %) видов. Между Восточно-атлантической тропической и Восточно-атлантической бореальной областями 20 общих видов, из которых 3 (15,0 %) биполярных, 3 (15,0 %) бореальных, 1 (5,0 %) бореотропический, 2 (10,0 %) космополита, 6 (30,0 %) тропикобореальных и 5 (25,0 %) тропических. Список общих видов Восточно-атлантической тропической области и Бразильской провинции включает 7 видов, из которых 4 космополита и 3 тропических.

Более половины видов (62,7 %) **Средиземноморской зоогеографической области** составляют тропические – 36 (23,5 %) и эндемики – 60 (39,2 %). Здесь же обитают виды из комплексов, связанных в своем происхождении с тропической и умеренной зонами, например бореотропические – 13 (8,5 %), тропикобореальные – 18 (11,8 %), тропиконотальные – 3 (1,9 %), и даже – с арктической: биполярные – 5 (3,3 %), бореоарктические – 2 (1,3 %); сюда проникают бореальные – 8 (5,2 %) и имеются пресноводные – 2 (1,3 %) виды; в этой зоогеографической области зарегистрировано 6 (3,9 %) космополитов, 4 (6,9 %) эндемичных рода (*Caligopsis*, *Colobomatoides*, *Lernaeascus* и *Phagus*). Между Средиземноморской и Восточно-атлантической бореальной областями 51 вид является общим, из них 5 (9,8 %) биполярных, 2 (3,9 %) бореоарктических, 7 (13,7 %) бореальных, 12 (23,5 %) бореотропических, 3 (5,9 %) космополита, 15 (29,4 %) тропикобореальных и 7 (13,7 %) тропических. В целом эта зоогеографическая область характеризуется как переходная между бореальной и тропической.

Для **Южно-австралийской зоогеографической области** характерны виды из тропического – 20 (34,5 %) комплекса, которые вместе с эндемиками (25, 43,1 %) составляют 77,6 % всей фауны копепоидов. В этой зоогеографической области отсутствуют эндемичные семейства, список эндемичных родов включает 7 (18,0 %) названий: *Apodochondria*, *Arrama*, *Cryptova*, *Impexus*, *Kabataia*, *Neobrachiochondria* и *Rohdea*. Кроме того, здесь зарегистрировано 2 (3,5 %) биполярных, 4 (6,9 %) нотальных, 1 (1,7 %) тропиконотальный, 6 (10,3 %) космополитов. Из приведенных выше цифр видно, что облик этой зоогеографической области не нотальный, а тропический, поэтому требуется уточнить ее границы, которые должны проходить несколько южнее современных. Между Южно-австралийской зоогеографической областью и Восточно-африканской провинцией 6 общих видов, из которых 4 тропических и 2 космополита. Последние две цифры подтверждают тот факт, что облик этой области тропический и что ее границы нужно пересмотреть.

Новозеландская зоогеографическая область представлена небольшим количеством видов. Здесь обитают виды из нотального – 2 (6,2 %), тропического – 6 (18,7 %), тропиконотального – 3 (9,3 %) комплексов, кроме того, здесь обитает 4 (12,5 %) биполярных вида и 6 (18,7 %) космополитов. Эндемичных семейств и родов в этой зоогеографической области нет; список эндемичных видов включает 11 (34,3 %) видов. Новозеландская зоогеографическая область носит тропический характер, так как виды тропического, тропиконотального комплексов с эндемиками составляют 62,3 %. Количество общих видов между Новозеландской зоогеографической и Южно-австралийской областями равно 6, из них 3 космополита, 2 тропических и 1 нотальный.

Фауна **Южно-американской зоогеографической области** носит смешанный характер. Здесь обитают виды из нотального – 5 (8,2 %) и тропического – 9 (14,7 %) комплексов, которые вместе с эндемиками (34, 55,7 %) составляют 78,6 % фауны копепоидов этой области. Кроме того, здесь же зарегистрировано 9 (14,7 %) биполярных видов и 4 (6,5 %) космополита. В Южно-американской зоогеографической области эндемичных семейств копепоидов нет, эндемичных родов – 5 (17,2 %): *Brianella*, *Juanettia*, *Metapeniculus*, *Prokroyeria* и *Protochondria*. Между Южно-американской и Южно-австралийской зоогеографическими областями 2 нотальных вида являются общими, а между Южно-американской и Новозеландской зоогеографическими областями тоже 2 общих вида, но один – биполярный, а другой – нотальный. Список общих видов между Южно-американской и Южно-африканской зоогеографическими областями состоит из 4 видов, из которых 1 биполярный, 1 нотальный и 2 тропических. Для рассматриваемой зоогеографической области нужно уточнить границы.

Южно-африканская зоогеографическая область характеризуется видами из нотального – 3 (5,9 %), нотально-тропического – 2 (3,9 %), тропического – 13 (25,5 %), тропиконотального – 10 (19,6 %) комплексов. Здесь же обитают 6 (11,7 %) биполярных видов и 8 (15,7 %) космополитов. На формирование облика этой области оказали влияние тропические элементы. Эндемичных семейств и родов нет, эндемичных видов – 9 (17,6 %). Список общих видов между Южно-африканской зоогеографической областью и Восточно-африканской провинцией включает 6 видов, из которых 2 космополита и 4 тропических, а между Южно-африканской и Южно-австралийской зоогеографическими областями – 3 космополита и 1 нотальный.

Видовой состав копепоидов **Антарктической зоогеографической области** обеднен, здесь зарегистрировано 4 эндемика, 1 космополит (*Clavella adunca*) и 1 вид нотального происхождения (*Sphyrion laevigatum*). Эндемичным семейством является Tisbidae с родом *Neoscutellidium*. Только один нотальный вид является общим между Антарктической и Южно-австралийской зоогеографическими областями, точно так же один нотальный вид – общий между Антарктической и Южно-африканской зоогеографическими областями.

Подводя итоги, следует указать, что наибольшее количество эндемиков содержит Индовестпафическая область. В Западно-атлантической бореальной области эндемичным

семейством является семейство Tanupleuridae, в Антарктической – Tisbidae, представители последнего широко распространены в Мировом океане, они паразитируют на беспозвоночных, но на рыбах зарегистрирован только один вид – *Neoscutellidium yeatmani*, это семейство можно считать случайным для рыб. В Западно-атлантической тропической эндемичными являются 2 семейства – Grandiunguidae и Telsidae, в Индовостпацифике – 5 (Anthessiidae, Archidactylinidae, Carnifossoriidae, Macrochironidae и Tegobomolochidae). Семейства Anthessiidae и Macrochironidae, так же как и семейство Tisbidae, видимо, тоже следует признать случайным для рыб, так как их представители паразитируют на беспозвоночных [29]. Оставшиеся шесть эндемичных семейств (Archidactylinidae, Carnifossoriidae, Grandiunguidae, Tanupleuridae, Tegobomolochidae и Telsidae) являются монотипичными, таким образом, среди семейств, имеющих в своем составе два и более рода, отсутствуют эндемики на уровне зоогеографических областей.

Распространение пелагических копепод рыб

При анализе материала использована схема зоогеографического деления Мирового океана, предложенная К.Н. Несисом [27]. Из зоогеографического анализа опущены копеподы, не определенные до вида (sp.), виды, случайно занесенные в пелагиаль; пригодным для рассмотрения оказался 291 вид.

Паразитические копеподы в **Высокоарктической** и **Низкоарктической подзонах Арктической зоны** не зарегистрированы.

В **Высокобореальной подзоне бореальной зоны** зарегистрировано 7 видов копепод. Характерными обитателями этой подзоны являются *Bomolochus cuneatus*, *Euryphorus brachypterus*, *Nesippus borealis*, *Ommatokoita elongata* и *Salmincola californiensis*.

Список копепод **Низкобореальной подзоны бореальной зоны** включает 93 вида, относящихся к 44 родам, 16 семействам. Здесь преобладают виды родов *Caligus* (16 видов), *Lepeophtheirus* (5) и *Pupulina* (3) из семейства Caligidae; *Pandarus* (5), *Dinemoura* (3), *Echthrogaleus* (2) из Pandaridae; *Bomolochus* (3), *Nothobomolochus* (3) из Bomolochidae; *Pennella* (3) и *Lernaeenicus* (2) из Pennellidae; *Clavellisa* (4) из Lernaeopodidae; *Alebion* (2) и *Euryphorus* (2) из Euryphoridae; *Kroyeria* (4) из Kroyeriidae; семейство Lernanthropidae представлено родом *Lernanthropus* (3), семейство Eudactylinidae – родом *Nemesis*. Каждый род из семейств Cecropidae, Pseudocycnidae и Taeniacanthidae представлен одним видом.

В **Северной субтропической зоне** обитает 92 вида 47 родов 18 семейств копепод. Из бомолохид здесь преобладают виды рода *Nothobomolochus* (6 видов) и *Unicolax* (4); из калигид – *Caligus* (15), *Lepeophtheirus* (2), а в Низкобореальной подзоне бореальной зоны – 5, из цекропид – *Cecrops* (2), *Lutkenia* (2), из пандарид – *Pandarus* (5), *Dinemoura* (2) и *Echthrogaleus* (2), из пенеллид – *Pennella* (4), из филихтиид – *Colobomatus* (3), из псевдоцикнид – *Pseudocycnoides* (2).

Список **Североцентральной подзоны тропической зоны** включает 83 вида 37 родов 12 семейств копепод. Из бомолохид в этой зоне также преобладают представители родов *Nothobomolochus* (3) и *Unicolax* (4); из семейства Caligidae доминируют виды рода *Caligus* (24) над видами рода *Lepeophtheirus* (2) и появляются представители родов *Caritus* (1), *Heniochophilus* (1), *Parapetalus* (2) и *Pupulina* (2), которые отсутствуют в Северной субтропической зоне. Из Euryphoridae преобладают виды рода *Gloiopotes* (3) над родами *Euryphorus* (2) и *Tuxophorus* (2). Семейство Lernaeopodidae представлено эпипелагическим родом *Charopinopsis* и эпипелагическими видами родов *Brachiella* и *Thysanote*. Из пандарид так же, как и в Северной субтропической зоне, преобладают виды рода *Pandarus* (3) и *Echthrogaleus* (2), а из пенеллид – рода *Lernaeenicus* (5).

В **Экваториальной подзоне тропической зоны** обитает 198 видов 58 родов 19 семейств копепод. Семейство Bomolochidae в Экваториальной подзоне тропической зоны представлено видами родов *Nothobomolochus* (11 видов), *Unicolax* (5), *Acantholochus* (3) и *Bomolochus* (3), остальные роды бомолохид представлены меньшим числом видов, но роды *Boylea* и *Orbitacolax* обитают только в этой зоне. Более половины видов (88,6 %) семейства

Caligidae этой зоны принадлежит родам *Caligus* (42, 68,8 %) и *Lepeophtheirus* (12, 19,8 %), по 2 вида зарегистрировано из родов *Parapetalus* и *Pupulina*; из этого семейства только здесь обитают представители рода *Calina*. Из семейства Eudactylinidae здесь обычны виды родов *Eudactylina* (5) и *Nemesis* (5); эндемиком из этого семейства в Экваториальной подзоне тропической зоны являются представители рода *Bariaka*. Из семейства Euryphoridae преобладают виды родов *Alebion* (6), *Gloiopotes* (4), *Tuxophorus* (4) и *Euryphorus* (3); эндемиком этой зоны пелагиали являются представители рода *Paralebion*. Семейство Kroyeriidae в эпипелагиали Экваториальной подзоны тропической зоны представлено только 2 родами – *Kroyeria* (9) и *Kroyerina* (5). Наибольшее число видов из семейства Pandaridae в этой зоне имеют роды *Pandarus* (8), *Nesippus* (5), *Dinemoura* (3) и *Echthrogaleus* (3). Эндемитами этой зоны из пандарид являются представители родов *Pagina* и *Pseudopandarus*. Половина видов семейства Pennellidae этой зоны принадлежит роду *Pennella* (5). Виды рода *Opimia* из семейства Sphugiidae являются эндемиками этой зоны. Семейство Lernanthropidae представлено родом *Lernanthropus*. Из семейства Lernaerodidae род *Brachiella* имеет 3 вида, а остальные – по одному.

В Южноцентральной подзоне тропической зоны зарегистрировано 7 видов 5 родов 2 семейств копепоид. В этой зоне преобладают виды семейства Bomolochidae, при этом род *Nothobomolochus* представлен тремя видами, а каждый из остальных – одним. Малое количество видов копепоид, зарегистрированных в этой зоне, объясняется небольшим количеством работ, проведенных в этой зоне.

Список видов **Южносубтропической зоны** включает 69 видов 36 родов 15 семейств копепоид. Из семейства Bomolochidae в Южносубтропической зоне преобладают виды рода *Unicolax* (3), из семейства Caligidae виды рода *Caligus* (12) доминируют над представителями рода *Lepeophtheirus* (3). Количество родов и видов семейства Sessoridae осталось без изменения, как и в Экваториальной подзоне тропической зоны, а количество видов семейства Euryphoridae сократилось с 18 до 5. Из семейства Lernaerodidae род *Clavellotis* является эндемиком этой зоны, а из трех родов семейства Lernanthropidae – два рода *Aethon* и *Lernanthropodes*. Пандариды представлены видами родов *Pandarus* (6), *Echthrogaleus* (3), *Dinemoura* (2) и *Nesippus* (2), остальные роды пандарид представлены по одному виду. Из семейства Pennellidae преобладают виды рода *Pennella* (3). Семейство Shiinoidea представлено одним, а в Экваториальной подзоне тропической зоны – тремя видами.

В Нотальной зоне зарегистрирован один вид семейства Pennellidae – *Pennella crassicornis*.

В Низкоантарктической подзоне Антарктической зоны пелагических копепоид не зарегистрировано.

Распространение мезопелагических копепоид

В мезопелагиали зарегистрировано 33 вида копепоид.

Характерными копеподами для мезопелагических рыб являются представители семейства Pennellidae, которые составляют почти 50 % (16 видов) от видов, обитающих у этих рыб. Пенеллиды представлены родами *Cardiodectes* (5 видов), *Lernaenicus* (4), *Sarcotretes* (3) и *Ophiolernaea* (2), остальные роды (*Parinia* и *Peroderma*) представлены каждый – одним видом. Для мезопелагических рыб специфичным родом из пенеллид является род *Parinia*. Следующее семейство по обилию количества видов копепоид (3) – Caligidae, которые относятся к 2 родам – *Caligus* (2) и *Lepeophtheirus* (1), при этом вид из рода *Lepeophtheirus* (*L. argenteus*) является специфичным для мезопелагических рыб.

Распространение батипелагических копепоид

У батипелагических рыб зарегистрировано 7 видов 7 родов 4 семейств, их распределение по географическим зонам приведено в табл. 4.

Распределение паразитических копепод батипелагических рыб по зоогеографическим зонам Мирового океана

Географические зоны	Количество		
	семейств	родов	видов
Ввысокобореальная подзона boreальной зоны	1	1	1
Северная субтропическая зона	2	3	3
Экваториальная подзона тропической зоны	1	1	1
Южно-субтропическая зона	2	2	2

Как видно из табл. 4, фауна паразитических копепод батипелагических рыб обеднена. Наибольшее количество видов копепод (3 рода, 3 вида) паразитирует на рыбах батипелагиали из семейства Lerneopodidae, затем следует семейство Pennellidae (2, 2), остальные два семейства (Huronidae и Hatschekiidae) представлены каждое по одному виду. Род *Tautochondria* из семейства Huronidae является эндемиком Высокобореальной подзоны boreальной зоны, а род *Allotrifur* из семейства Pennellidae – эндемик Северной субтропической зоны.

Список литературы

1. Дарлингтон Ф. Зоогеография. – М.: Прогресс, 1966. – 518 с.
2. Наумов Г.В. Краткая история биогеографии. – М.: Наука, 1969. – 200 с.
3. Гурьянова Е.Ф. Зоогеографическое районирование моря // Исследования фауны морей. – Л.: Наука, 1972. – Т. 10(18). – С. 8–21.
4. Briggs J.C. Marine zoogeography. – N.Y., 1974. – 475 p.
5. Ярошенко П.Д. Общая биогеография. – М.: Мысль, 1975. – 188 с.
6. Несис К.Н. Океанические головоногие моллюски: распространение, жизненные формы, эволюция. – М.: Наука, 1985. – 287 с.
7. Воронов А.Г. Биогеография с основами экологии. – М.: Изд-во МГУ, 1987. – 263 с.
8. Кафанов А.И., Кудряшов В.А. Морская биогеография. – М.: Наука, 2000. – 176 с.
9. Dana J.D. United States Exploring Expedition during the years 1838-42 under command of Charles Wilkes, U.S.N. Crustacea – 1853. – Vol. 13. – P. 686–1618.
10. Чернявский В. Материалы для сравнительной зоографии Понта, долженствующие послужить основанием для генеалогии ракообразных // Тр. Первого съезда рус. ест. и врачей в СПб., 1867–1868. Отд. зоол. – С. 19–136.
11. Baird W. The natural history of the British Entomostraca. – London: Ray Society, 1850. – 364 p.
12. Claus C. Zur Morphologie der Copepoden. 1. Eine Hemmungsbildung von *Cyclops*. II. Über den bau von *Nicothoë*. III. Über die Leibesgliederung und die Mundwerkzeuge der Schmatzkerkrebse // Würtzb. naturw. Z. – 1860. – Т. 1. – S. 20–36.
13. Krøyer H. Bidrag til kundskab om snyltekrebsene // Natur. Tidsskr. – 1863. – Ser. 3, vol. 2. – P. 75–320.
14. Brady G.S. Report on the Copepoda collected by H.M.S. Challenger // Rep. Challenger Soc. – 1883. – Vol. 8 (23). – P. 1–142.
15. Бауер О.Н. Паразитофауна сигов СССР, ее зоогеографическая характеристика и рыбохозяйственное значение // Тр. Барабинск. отд. ВНИОРХ. – 1950. – Т. 4. – С. 70–71.
16. Ho J.-s. Parasitic copepods as indicator of hake's (*Merluccius*) zoogeography // Proc. 3rd Int. Congr. Parasitol. – 1974. – Vol. 3. – P. 1633–1634.
17. Ho J.-s. Phylogeny and biogeography of hakes (*Merluccius*; Teleostei): a cladistic analysis // Fish. Bull. – 1990. – Vol. 88. – P. 95–104.

18. Kabata Z., Ho J.-s. The origin and dispersal of hake (genus *Merluccius*: Pisces: Teleostei) as indicated by its copepod parasites // *Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev.* – 1981. – Vol. 19. – P. 381–401.
19. Kazachenko V.N. Zoogeography of parasitic copepods of epipelagic fish // VII Congress International de Parasitologie: Resume. Paris, 20-24 Aug. 1990. – Bulletin de la Societe francaise de parasitologie. – 1990. – T. 8, N 2. – P. 732.
20. Маркевич А.П. Паразитические веслоногие рыб СССР. – Киев: Изд-во АН УССР, 1956. – 246 с.
21. Полянский Ю.И. Зоогеографическая характеристика паразитофауны морских рыб СССР // *Основн. пробл. паразитол. рыб.* – Л.: Изд-во ЛГУ, 1958. – С. 231–246.
22. Kabata Z. Parasitic Copepoda of British fishes // *Ray. Soc.* – 1979. – N 152. – 468 p., figs. 1–2031.
23. Kazachenko V.N., Titar V.M. Special features of the geographical distribution and practical significance of parasitic copepods of the Pacific // *NOAA Tech. Rep. NMFS.* – 1985. – Vol. 25. – P. 85–88.
24. Kabata Z. Comments on the phylogeny and zoogeography of Lernaepodidae (Crustacea: Copepoda) // *Proc. First Int. Congr. Parasitol.* – 1966. – Vol. 2. – P. 1082.
25. Amado M.A.P.M., Ho J.-s., Rocha C.E.P. Phylogeny and biogeography of the Ergasilidae (Copepoda, Poecilostomatoida), with reconsideration of the taxonomic status of the Vainomidae // *Bijdr. dierk.* – 1995. – Vol. 65, N 4. – P. 233–243.
26. Robinson J., Avenant-Oldewage A. Aspects of the morphology of the parasitic copepod *Lernaea cyprinacea* Linnaeus, 1758 and notes on its distribution in Africa // *Crustaceana.* – 1996. – Vol. 69, part 5. – P. 610–626.
27. Несис К.Н. Зоогеография Мирового океана: сравнение зональности пелагиали и регионального членения шельфа (по головоногим моллюскам) // *Морская биогеография.* – М.: Наука, 1982. – С. 114–134.
28. Гусев А.В. Тип членистоногие Arthropoda // *Определитель паразитов пресноводных рыб фауны СССР.* – Л.: Наука, 1987. – Т. 3. – С. 378–524.

V.N. Kazachenko
Dalrybvtuz, Vladivostok, Russia

GEOGRAPHICAL DISTRIBUTION OF PARASITIC COPEPOD (CRUSTACEA: COPEPODA) OF FISH

For the first time examined the spread of parasitic copepods fish on zoogeographical areas. The data on the number of parasitic copepods on zoogeographic units given.

Сведения об авторе: Казаченко Василий Никитич, доктор биол. наук, профессор, e-mail: prof.kazachenko@gmail.com

УДК 597.587.2-152.6(261.2)

Ю.Н. Калашников
ФГБНУ «ПИНРО», Мурманск, Россия

СОСТОЯНИЕ ПРОМЫСЛА АТЛАНТИЧЕСКОЙ СКУМБРИИ В СЕВЕРО-ВОСТОЧНОЙ АТЛАНТИКЕ

Рассматриваются современное состояние запаса и промысла скумбрии в Северо-Восточной Атлантике и проблемные вопросы управления ее промыслом на международном уровне. Кратко изложена история международного и отечественного промысла скумбрии. Показана динамика мирового вылова скумбрии, рассмотрены причины сниже-

ния или увеличения отечественного вылова в различные периоды. Отмечена ведущая роль отечественных исследований в организации в середине 1980-х годов специализированного промысла скумбрии в международных водах Норвежского моря. Кратко освещены этапы становления международного регулирования промысла скумбрии. Определенное внимание уделено периоду с начала регулирования промысла скумбрии на всем ареале, а также роли России в этом процессе.

Отмечено, что для сохранения запаса скумбрии в пределах безопасных биологических границ необходимо строгое регулирование ее промысла в рамках ИКЕС и НЕАФК с применением данных научных исследований.

Ключевые слова: Северо-Восточная Атлантика, Норвежское море, скумбрия, промысел, динамика запасов, международное регулирование.

Введение

Атлантическая скумбрия (*Scomber scombrus* Linnaeus, 1758) – стайная теплолюбивая пелагическая рыба, совершающая значительные миграции и являющаяся одним из наиболее распространенных видов в водах Северо-Восточной Атлантики (СВА) [1–3]. Распределяется на акватории от Канарских островов до Норвегии, Исландии и юго-восточных вод Гренландии в Норвежском, Северном, Средиземном, Мраморном, Черном, Балтийском и Баренцевом морях, а также в открытой части Атлантического океана. Входит в группу видов, составляющих основу пелагического промыслового комплекса Российской Федерации в СВА. Различные стороны биологии скумбрии, протяженность и направленность ее миграций в зависимости от океанологических условий, динамика промысла и состояние запаса изучались отечественными и зарубежными учеными с начала XX в. и представлены в обширной научной литературе.

Скумбрия является важным промысловым объектом мирового и отечественного рыболовства. На протяжении десятилетий ее промысел ведут рыбаки всего побережья СВА. Установление 200-мильных зон в конце 1970-х годов ограничило возможности ведения промысла в традиционных местах лова и мотивировало рыбаков вести поиск рыбы далеко за пределами прибрежных вод. География промысла скумбрии неудержимо расширялась, а ее мировой вылов значительно вырос. В настоящее время акватория промысла в зоне ответственности Международного совета по исследованию моря (ИКЕС) весьма значительна [4], что объясняется привлекательностью скумбрии для рынка и широким распределением в различное время года. Промысел ведется практически круглогодично как на шельфе в экономических зонах прибрежных государств, так и над океаническими глубинами в международных водах.

Управление промыслом скумбрии осуществляется на международной основе в рамках соглашений между государствами, прибрежными по отношению к ее запасу (Норвегией, Европейским Союзом (ЕС), Фарерскими островами и Исландией), и Комиссией по рыболовству в СВА (НЕАФК). Научной основой для принятия управленческих решений в отношении промысла служат рекомендации ИКЕС, который на основе данных научных исследований оценивает состояние запасов гидробионтов в СВА и дает рекомендации по их сохранению и эксплуатации.

В настоящей статье рассматриваются современное состояние запаса и промысла скумбрии в СВА и проблемные вопросы управления ее промыслом на международном уровне.

Материалы

В статье использованы данные по состоянию запаса и международному промыслу скумбрии в СВА из материалов Рабочей группы (РГ) ИКЕС по широко распределенным запасам (WG WIDE) [4], рекомендации по возможному промысловому изъятию скумбрии, представляемые Консультативным комитетом ИКЕС (АКОМ). Изучены и проанализиро-

ваны материалы, а также данные статистики отечественного промысла [4, 5]. Материалы сессий НЕАФК можно найти на официальном сайте комиссии – www.neafc.org.

Результаты и обсуждение

Состояние запаса. Большинство исследователей склоняются к тому, что в СВА обитает три компонента запаса скумбрии, обособленных во время зимовки и нереста, но смешивающихся в нагульный период: западно-ирландский, североморский и южный [3]. Границы их распределения достаточно условны, а смешиваемость, особенно в нагульный период, достаточно высока. В ИКЕС для выработки рекомендаций по эксплуатации было принято решение рассматривать всю скумбрию СВА как единый запас.

Запас Северного моря, достигавший в середине 1960-х годов около 3 млн т, в настоящее время находится в депрессии, и основную долю в общем запасе составляет западный компонент.

В 80-х годах XX в. нерестовый запас скумбрии составлял около 3,5–4,0 млн т, а в конце 1990-х годов его величина снизилась до 2 млн т. В дальнейшем урожайные поколения 2002 и 2005–2006 гг. обеспечили положительную динамику биомассы скумбрии. Благодаря вступлению в нерестовую часть стада особей высокоурожайных поколений с 2007 г. наблюдается устойчивая тенденция роста нерестового запаса до 5,1–4,6 млн т в 2014–2016 гг. (рис. 1).

Результаты исследований и расчеты РГ свидетельствуют об относительно стабильном состоянии запаса скумбрии СВА. По мнению ИКЕС, в настоящее время нерестовый запас скумбрии находится в пределах безопасных биологических границ и имеет хорошую воспроизводительную способность.

Международный промысел. Международный промысел скумбрии ведется круглый год, но его распределение по сезонам неравномерное. Минимальная промысловая активность характерна для II квартала, что объясняется как биологическими, так и регулируемыми промысел факторами. Наиболее важными районами международного промысла скумбрии в XX в. являлись Бискайский залив, Кельтское море, пролив Ла-Манш, восточная часть Западно-Европейской котловины, шельф к западу от Британских островов, район вокруг Гебридских и Фарерских островов, Северное море и Фареро-Шетландский канал, а также побережье южной и западной Норвегии и центральная часть Норвежского моря. С середины первого десятилетия XXI в., когда скопления нагульной скумбрии стали проникать далеко на запад, промысел в своей зоне стала активно вести Исландия, а с 2012 г. в гренландских водах Гренландия.

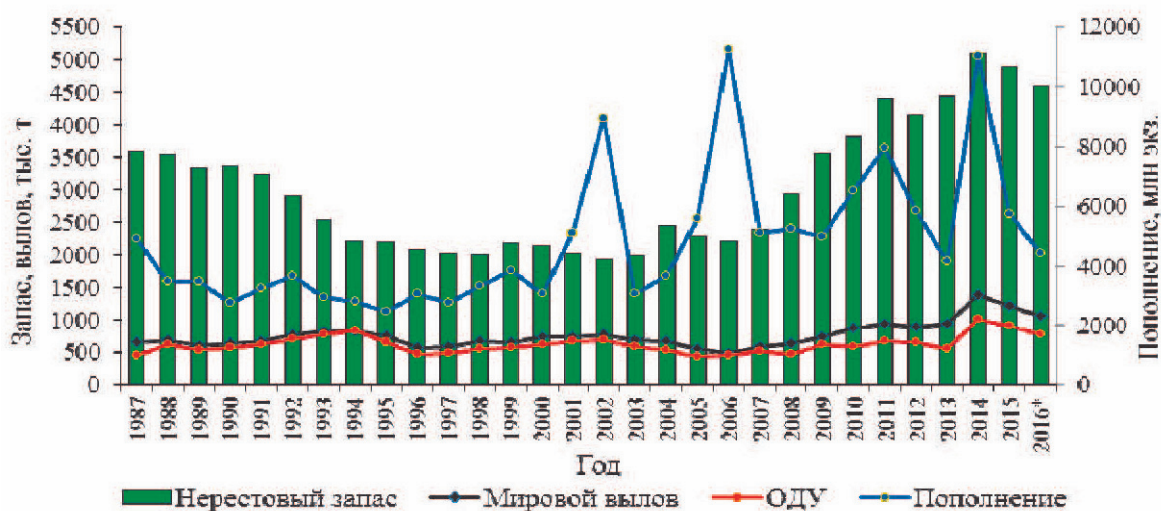


Рис. 1. Нерестовый запас на начало нереста, мировой вылов, общий допустимый улов (ОДУ) (тыс. т) и пополнение (возраст 0+, млн экз.) скумбрии в 1987–2016 гг. (оценка состояния запаса в 2016 г. в рамках модели SAM) [4]; * – предварительные данные

В начале 70-х годов XX в. вылов скумбрии в СВА и прилегающих морях достиг 500 тыс. т [4]. В дальнейшем мировой вылов начал увеличиваться, и данная тенденция сохранялась вплоть до 1976 г., когда вылов составил 828 тыс. т. В это время около 30 % мирового вылова приходилось на долю СССР. С введением в 1977 г. 200-мильных экономических зон вылов скумбрии снизился до 620 тыс. т, в основном за счет СССР, потерявшего возможность вести промысел на шельфе в районе Британских островов.

Введение экономических зон оказало значительное влияние на географию промысла и соотношение вылова по районам ИКЕС и ограничило неконтролируемый промысел. В целом в 1978–1995 гг. ежегодно вылавливалось около 600–800 тыс. т скумбрии. Во второй половине 1990-х годов вылов скумбрии судами всех стран составлял 560–670 тыс. т (рис. 2). В 2000–2002 гг. общий вылов превысил 730 тыс. т, а затем снова снизился, и в 2006 г. был отмечен самый низкий вылов за период с 1973 г. (481 тыс. т). С 2007 г. ежегодный вылов скумбрии постоянно увеличивался, что было обусловлено значительным увеличением ее вылова Исландией, а с 2010 г. и Фарерскими островами. В последние годы промысел скумбрии также активно ведет Гренландия. В 2011–2013 гг. общий вылов скумбрии стабилизировался на уровне около 900 тыс. т, а в 2014 г. он резко увеличился до 1394 тыс. т. В 2015–2016 гг. вылов снизился и составил соответственно около 1209 и 1068 тыс. т.

С момента введения экономических зон до середины I десятилетия XXI в. соотношение вылова между странами, исключая СССР/РФ, значительно не изменялось. Основной вылов скумбрии приходился на Великобританию и Норвегию, несколько меньше вылавливали Ирландия, Нидерланды, Германия и РФ. В дальнейшем структура вылова изменилась за счет его увеличения Исландией, Фарерскими островами и в меньшей степени Гренландией.

Таким образом, в настоящее время промысел скумбрии ведется в течение всего года в основном в пределах 200-мильных зон прибрежных по отношению к ее запасу стран с пиком вылова (около 50 %) в III квартале. В III квартале промысел ведется также в международных водах. Основными районами промысла являются воды континентального шельфа к западу и северу от Британских островов, а также южная и центральная части Норвежского моря [4]. Промысел в центральной и южной частях Северного моря крайне незначителен. В последние годы до 20 % мирового вылова скумбрии приходится на районы к западу от Норвежского моря (экономические зоны Исландии и Гренландии).

Отечественный промысел. В 60–70-е годы XX в. отечественный промысел скумбрии велся преимущественно в прибрежных водах европейских государств. Наибольшее значение имели акватория к западу от Британских островов и Северное море [6]. В 1975–1976 гг. доля СССР в этом вылове была максимальной и достигала 30–40 % (322 тыс. т в 1975 г.). Поиск рыбы в отдаленных районах практически не проводился, но уже тогда выдвигались гипотезы о возможных миграциях скумбрии в Норвежское море и районы Срединно-Атлантического хребта.

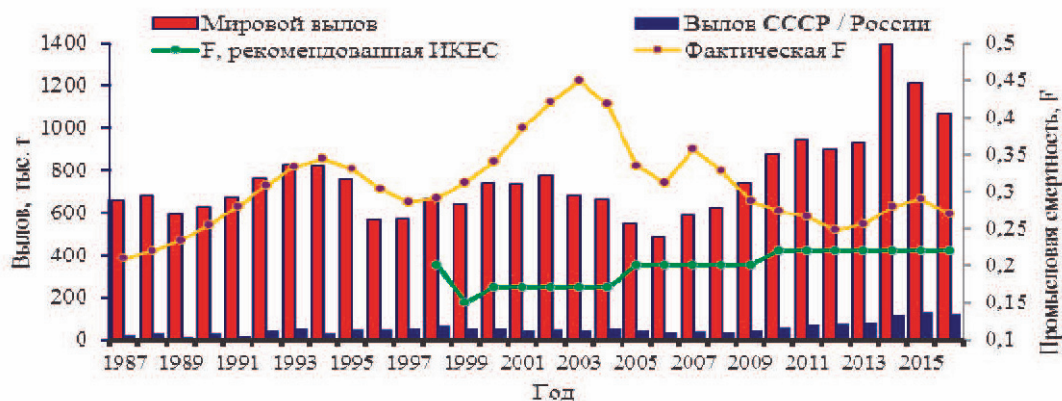


Рис. 2. Вылов скумбрии в Северо-Восточной Атлантике (тыс. т) и промысловая смертность (F) в 1987–2016 гг. [4] (2016 г. – предварительные данные)

После введения 200-мильных зон СССР сначала потерял возможность вести промысел на шельфе в районе Британских о-вов, а затем практически полностью прекратил его в США. В 1976 г. вылов скумбрии составлял 265 тыс. т, а уже в 1977 г. было выловлено всего около 26 тыс. т. Рыболовный флот был вынужден искать новые районы промысла скумбрии в Норвежском море. Ведущая роль в исследованиях в эти годы принадлежит отечественным специалистам [3, 6, 7]. Результаты исследований позволили организовать в 1984–1985 гг. специализированный промысел скумбрии в международных водах Норвежского моря. Целенаправленный промысел в международных водах явился началом нового этапа в истории отечественного промысла скумбрии, который продолжается в XXI в. В настоящее время облов скумбрии судами РФ ведется в июне–сентябре в международных водах Норвежского моря и в рыболовной зоне Фарерских островов (ФРЗ) [8] (рис. 3).

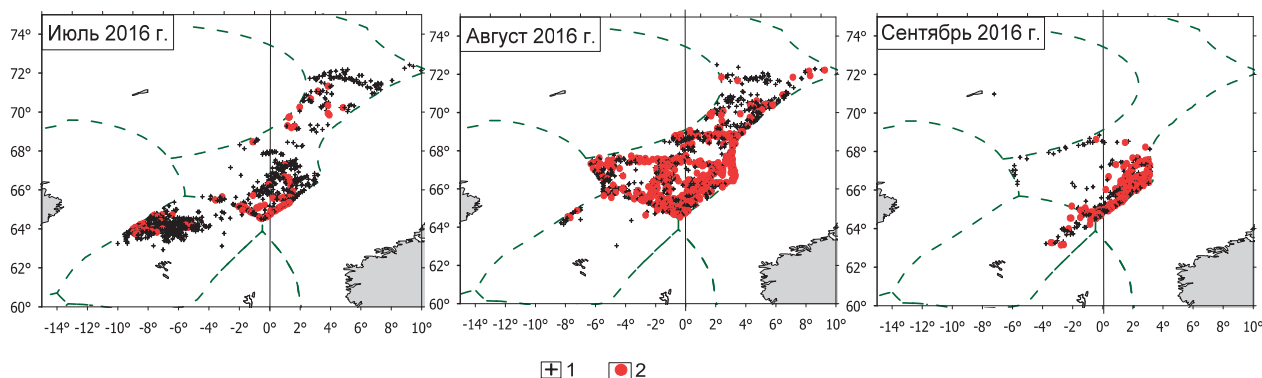


Рис. 3. Участки отечественного промысла скумбрии в июле–сентябре 2016 гг. (вылов, т/судосутки лова: 1 – менее 50 т, 2 – 50 т и более)

С началом регулирования промысла скумбрии на всем ареале (2001 г.) отечественный вылов скумбрии в международных водах Норвежского моря стал ограничиваться квотой. С 1981 г. в ФРЗ отечественные рыбаки имеют обменную квоту на вылов скумбрии, величина которой утверждается на сессиях Смешанной Российско-Фарерской комиссии по рыболовству.

С 2010 г. соглашений между прибрежными государствами, а также соглашений в рамках НЕАФК по величине ОДУ скумбрии и его распределения на национальные квоты не достигалось, и Россия устанавливает национальную квоту на вылов в международных водах в одностороннем порядке. Отечественный вылов в международных водах вырос с 46 тыс. т в 2010 г. до 114 тыс. т в 2015 г. В 2016 г. он незначительно снизился и составил около 107 тыс. т. К 2010 г. российский вылов скумбрии в Норвежском море занимал третье место после вылова атлантическо-скандинавской сельди и путассу, а в настоящее время из-за депрессии запаса сельди переместился на второе место после вылова путассу.

Таким образом, отечественный вылов скумбрии в Норвежском море определяется двумя составляющими: национальной квотой в районе регулирования НЕАФК (международные воды Норвежского моря) и обменной квотой по соглашению с Фарерскими островами (в настоящее время 14,5 тыс. т). В 2013–2016 гг. вылов РФ составлял 81–128 тыс. т скумбрии.

Международное регулирование промысла. В середине 90-х годов XX в. международное сообщество пришло к решению о необходимости согласованного управления запасами водных биоресурсов, значительная часть которых к этому времени пришла в депрессивное состояние. Применительно к скумбрии разрабатывались принципы регулирования ее промысла на всем ареале. На 16–19-й сессиях НЕАФК (1997–2000 гг.) выработывалась основная концепция по управлению запасом скумбрии, предусматривающая управление запасом прибрежными государствами на основе рекомендаций ИКЕС. В 1997 г. был создан клуб прибрежных по отношению к запасу скумбрии стран, в который вошли Норвегия,

ЕС и Фарерские острова. Было принято решение о необходимости введения регулирования промысла скумбрии на всем ее ареале в СВА, и создана специальная РГ ИКЕС, в задачи которой входила выработка предложений по мерам регулирования промысла скумбрии.

С января 2001 г. по решению 19-й сессии НЕАФК промысел скумбрии в СВА стал регулироваться на всем ее ареале. Окончательное решение по установлению ОДУ на основе рекомендаций ИКЕС принимали вышеперечисленные прибрежные государства. Таким образом, страны, ведущие промысел скумбрии, стали ограничивать вылов квотами, определенными в рамках НЕАФК, и общий вылов скумбрии был близок к ОДУ, рекомендуемому ИКЕС (см. рис. 1). Однако с 2010 г. заинтересованные государства не могут согласовать объемы ее вылова во всех районах промысла. В результате каждая сторона ведет промысел скумбрии в соответствии с квотами, установленными ею фактически в одностороннем порядке, а мировой вылов превышает рекомендованный ИКЕС ОДУ при $F = 0,22$ (см. рис. 1, 2).

В последние годы в ИКЕС в практике оценки запасов и подготовки рекомендаций используется концепция MSY (максимальный устойчивый вылов), в соответствии с которой стратегия ведения устойчивого и долговременного промысла направлена на промысловую смертность скумбрии $F_{msy} = 0,22$. По расчетам, проведенным в ИКЕС, реализация этой стратегии привела бы к увеличению общего и нерестового запасов.

Таким образом, регулирование промысла скумбрии в СВА осуществляется прибрежными по отношению к запасу скумбрии государствами (Норвегия, ЕС, Фарерские острова и с 2010 г. Исландия), посредством согласования правил управления запасом, которые вырабатываются на базе рекомендаций и биологических ориентиров, разработанных в ИКЕС. Однако в настоящее время роль международного управления запасом скумбрии является минимальной и не оказывает значительного влияния на его динамику. Высокий промысловый потенциал скумбрии при сохранении устойчивости ее запаса обеспечивается, в первую очередь, многочисленностью пополнения. Общий тренд пополнения скумбрии имеет положительную динамику после 1997 г., а промысловая смертность имеет устойчивую тенденцию к снижению после 2003 г. несмотря на то, что в последние годы мировой вылов скумбрии превышает 1 млн т (см. рис. 1, 2). Вероятно, применение правил управления в виде существенного снижения промыслового пресса будет возможным только в условиях значительного снижения биомассы запаса. Соблюдение рекомендованных РГ ИКЕС пределов промыслового воздействия на запас скумбрии поспособствовало бы появлению многочисленных поколений в будущем. В долгосрочной перспективе для сохранения запаса в пределах безопасных биологических границ необходимо строгое регулирование промысла в рамках ИКЕС и НЕАФК с использованием данных научных исследований.

Заключение

По данным ИКЕС, в настоящее время запас скумбрии находится в пределах безопасных биологических границ и имеет хорошую воспроизводительную способность. Однако роль международного управления запасом и промыслом скумбрии является минимальной, поскольку уже 7 лет страны – члены НЕАФК не соблюдают рекомендации ИКЕС. Высокий промысловый потенциал скумбрии при сохранении устойчивости ее запаса обеспечивается лишь многочисленностью пополнения, почти непрерывным рядом урожайных поколений начиная с 2005 г. Такая идеальная ситуация с пополнением не может продолжаться долго, и в долгосрочной перспективе для сохранения запаса скумбрии в пределах безопасных биологических границ необходимо строгое регулирование ее промысла в рамках ИКЕС и НЕАФК с использованием данных научных исследований.

Поскольку достижение договоренностей о долевом распределении ОДУ при современном состоянии запаса скумбрии маловероятно, в ближайшие годы международный вылов будет находиться на уровне около 1 млн т. Независимо от состояния запаса в перспективе отечественный вылов будет определяться прежде всего соглашениями, достигнутыми

на международном уровне. РФ, учитывая свой исторический вылов, претендует на объемы не менее 7 % от ОДУ скумбрии. В ближайшее время отечественный вылов скумбрии в СВА, скорее всего, будет находиться на уровне около 100 тыс. т. В целом с учетом событий последнего десятилетия РФ в будущем необходимо проявлять значительную активность и настойчивость для участия в разработке принципов стратегии управления запасом скумбрии и при определении национальных квот в рамках международных соглашений.

Список литературы

1. Андрияшев А.П. Рыбы северных морей СССР. – М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1954. – 566 с.
2. Никольский Г.В. Частная ихтиология. – М.: Высшая школа, 1971. – 473 с.
3. Ключков Д.Н., Чинарина А.Д. Биология и промысел атлантической скумбрии (*Scomber scombrus* Linnaeus, 1758) в Норвежском море. – Апатиты: Изд-во КНИЦ, 2005. – 67 с.
4. Anon. Report of the Working Group on Widely Distributed Stocks (WGWIDE) // Copenhagen, Denmark, ICES CM 2016 / АСОМ: 16. – 506 p.
5. Состояние сырьевых биологических ресурсов Баренцева моря и Северной Атлантики в 2016 г. / отв. ред. Е.А. Шамрай. – Мурманск: ПИНРО, 2016. – 107 с.
6. Шамрай Е.А., Сентябов Е.В., Селиверстова Е.И., Калашников Ю.Н. Российский промысел скумбрии в Норвежском море: история, современность и перспективы // Вопросы рыболовства. – М., 2010. – Т.11, № 4(44). – С. 681–693.
7. Ключков Д.Н., Шамрай Е.А. Миграции, состояние запасов и перспективы промысла скумбрии Норвежского моря // Вопросы рыболовства. – М., 2001. – Т.2, № 4 (8). – С. 663–677.
8. Далимаев А.П., Селиверстова Е.И., Калашников Ю.Н. Закономерности и особенности распределения, миграций и поведения скумбрии в период нагула в зависимости от условий среды и размерно-возрастной структуры популяции // Рыбное хозяйство (юбилейный спецвыпуск). – М.: Рыбное хозяйство, 2011. – С. 53–57.

Y.N. Kalashnikov

Knipovich Polar Research Institute of Marine Fisheries and Oceanography, Murmansk, Russia

STATE OF ATLANTIC MACKEREL FISHERY IN NORT-EAST ATLANTIC

This article discusses the current state of the stock and the fisheries of mackerel in the North-East Atlantic and issues in managing fisheries at the international level. A brief history of international and domestic mackerel fishery. It is shown the dynamics of world catch of mackerel, are considered the reasons for the decline or increase of the Russian fishing in different periods. Noting the leading role in the domestic research organization in the mid-1980s, fishing for mackerel in international waters of the Norwegian Sea. Summarizes the stages of formation of international regulation of the fisheries of mackerel. Particular attention is paid to the period from the beginning of the regulation of fishing of mackerel in the whole area, as well as Russia's role in this process.

Noted that to preserve the mackerel stock within safe biological boundaries must be strict regulation of its fisheries through ICES and NEAFC with the use of research evidence.

Key words: North-East Atlantic, Norwegian sea, mackerel, fishery, the dynamics of stocks, international regulation.

Сведения об авторе: Калашников Юрий Николаевич, научный сотрудник лаборатории пелагических рыб Северо-Европейского бассейна; e-mail: kalash@pinro.ru.

Г.Г. Калинина¹, В.И. Ковалева²
¹ФГБОУ ВО «Дальрыбвтуз», Владивосток, Россия
²ФГБОУ ВО «ТГМУ», Владивосток, Россия

ФОСФОЛИПИДЫ В ГОНАДАХ КОРБИКУЛЫ ЯПОНСКОЙ (*CORBICULA JAPONICA*) НА РАЗНЫХ СТАДИЯХ РАЗВИТИЯ

*Изучены изменения содержания фосфолипидного состава гонад самок корбикулы японской *Corbicula japonica* в течение годовичного цикла их развития. Показано, что качественный состав фосфолипидов не изменяется. В гонадах обнаружены: фосфатидилхолин, фосфатидилэтаноламин, фосфатидилсерин, фосфатидилинозит, фосфатидилглицерин, лизофосфатидилхолин, церамидаминоэтилфосфонат. Относительное содержание отдельных классов фосфолипидов претерпевает заметные изменения на стадиях полового цикла, что связано с изменением морфологических структур яйцеклеток.*

В настоящее время имеется немало работ, посвященных исследованию фосфолипидного состава моллюсков [1, 6]. Интерес к этой группе животных объясняется тем, что наряду с рыбой моллюски являются источником питания для населения некоторых прибрежных районов. Кроме того, эти животные привлекают исследователей как объекты, содержащие липиды, необходимые для нормальной жизнедеятельности человека.

В последние годы большое внимание уделяется разведению моллюсков. Информация о липидах культивируемых животных ограничена. В связи с этим исследован состав липидов корбикулы японской для оценки биохимических изменений в ее развитии.

Изучали фосфолипиды на пяти стадиях развития гонад у самок корбикулы японской. Животных собирали в устье р. Раздольной Амурского залива (Японское море) с глубины 0,8–1,0 м в течение 2005 г. Гонады после цитологического анализа измельчали, заливали смесью хлороформ–метанол (2:1). Экстракцию проводили по методу Блайя и Дайера [5]. Количество общих липидов в экстрактах и отдельных классах фосфолипидов после разделения микро-ТСХ определяли по содержанию фосфора с помощью универсального реагента [7].

На основании морфологического анализа оогенеза корбикулы показано, что половой цикл может быть подразделен на пять стадий [2]. Первая стадия (начало развития) – самая длительная по времени и продолжается с октября по май. Вторая стадия (активный гамето-генез) – конец мая–начало июня. Третья стадия (преднерестовая) соответствует началу июня–середине июля. Четвертая (нерестовая) протекает с середины июля до конца августа. Пятая (посленерестовая) наступает сразу после нереста и продолжается с середины сентября до середины октября, в некоторые годы может захватывать весь октябрь.

Количество липидов в гонадах в процессе полового цикла постепенно возрастает: общих липидов от 0,2 до 4,4 г (в 22 раза), а фосфолипидов от 0,03 до 1,2 г (в 24 раза).

Результаты исследования фосфолипидного состава (ФЛ) в гонадах самок корбикулы показали, что качественный состав его одинаков на всех стадиях полового цикла. Фосфолипиды представлены: фосфатидилхолином (ФХ), фосфатидилэтаноламином (ФЭ), фосфатидилсеринном (ФС), фосфатидилинозитом (ФИ), дифосфатидилглицерином (ДФГ), лизофосфатидилхолином (ЛФХ), церамидаминоэтилфосфонатом (ЦАЭФ).

Качественная и количественная оценка распределения фосфолипидов по классам приведена в таблице.

Главные фосфолипиды в гонадах самок корбикулы – ФЭ, ФХ, ЦАЭФ. Последний из перечисленных липидов, по мнению авторов, является характерным для представителей типа Mollusca [1]. Содержание ФЭ сохраняется в среднем на постоянном уровне в течение всего полового цикла. В то же время относительные количества остальных фосфолипидов

изменяются. Наибольшие изменения наблюдаются на нерестовой стадии по сравнению с предыдущими.

Содержание ФХ варьировало от 8,4 до 17,9 %. Наибольшее его содержание отмечено в нерестовой период. ФИ не изменяется по стадиям полового цикла за исключением преднерестовой, когда наблюдается уменьшение до 13,8 %. Снижение ФИ отражает перенос ионов в этот подготовительный период к оплодотворению.

Из других изменений в содержании фосфолипидов обращают на себя внимание лизо соединения – ЛФХ. Как известно, лизофосфатиты увеличивают проницаемость клетки. Повышение ЛФХ (до 19 %) на стадии активного гаметогенеза связано с увеличением активности фосфолипаз, что, по-видимому, необходимо яйцеклеткам для изменения проницаемости их плазматической мембраны при подготовке к оплодотворению.

На нерестовой стадии отмечены понижение содержанияДФГ, ФИ, ФС и повышенный уровень ЦАЭФ.

Для двустворчатых моллюсков характерно более высокое содержание суммы этанолсодержащих по сравнению с холинсодержащими фосфолипидами [3, 4]. В гонадах корбикулы сумма этанолсодержащих фосфолипидов в 1,6 раза выше суммы холинсодержащих, что находит отражение в холиновом показателе, который снижается до 0,4 на стадии нереста и возрастает после нереста.

Основные липидные компоненты закладываются в начале развития и не изменяются до созревания яйцеклетки. Однако содержание отдельных фосфолипидов подвержено определенным постадийным изменениям, связанным с изменением морфологических структур яйцеклеток.

Список литературы

1. Дембицкий В.М., Небылицин Б.Д. Липиды морского происхождения // Биоорганическая химия. – 1980. – Т.6. – С. 1542–1548.
2. Калинина Г.Г., Матросова И. В., Евдокимов В.В. Характеристика оогенеза корбикулы японской в различные сезоны года в связи с ее промыслом // Хранение и переработка сельхоз сырья. – 2009. – № 11. – С. 8–10.
3. Костецкий Э.Я., Веланский П.В. Фосфолипиды морских червей, моллюсков и членистоногих // Биол. моря. – 2008. – Т. 34, № 2. – С. 103–114.
4. Костецкий Э.Я. Фосфолипидный состав моллюсков и ракообразных // Биол. моря. – 1985. – № 2. – С. 52–61.
5. Bligh E.G., Dyer W.J. A rapid method of total lipid extraction and purification. // Can. J. Biochem. Physiol. – 1959. – V. 37, N 8. – P. 911–917.
6. Joseph J. D. Lipid composition of marine and estuarine invertebrates. Pt. 2. Mollusca // Progr. Lipid Res. – 1982. – V. 21. – P. 109–159.
7. Vaskovsky V.E., Kostetsky E.Y., Vasendin I.M. Universal reagent for phospholipid analysis // J. Chromatogr. – 1975. – V. 114, N 1. – P. 129–141.

Фосфолипидный состав гонад самок корбикулы японской на разных стадиях полового цикла

Стадии	Отдельные фосфолипиды (в % от общих)											
	ФХ	ЛФХ	Сумма холинсо-держущих	ФЭ	ЦАЭФ ₁	ЦАЭФ ₂	Сумма этанолсо-держущих	ДФГ	ФИ	ФС	ФК	Отношение холин к эта-ноламин-содержащим
Начало развития	14,3	14,0	28,3	7,3	14,3	20,6	42,2	4,0	16,4	9,1	Следы	0,7
Активный гаме-тогенез	8,4	19,0	27,4	7,0	12,1	18,6	37,7	4,3	16,7	13,9	Следы	0,7
Преднерестовая	10,4	16,5	27,2	6,9	15,0	18,9	40,8	4,0	13,8	14,2	Следы	0,6
Нерестовая	17,5	9,0	26,5	5,4	19,8	28,2	53,4	2,5	8,9	8,7	Следы	0,4
Посленерестовая	15,9	11,5	27,4	6,4	17,0	24,4	47,8	3,2	12,6	8,9	Следы	0,5

G.G. Kalinina¹, V.I. Kovaleva²
¹Dalrybvtus, Vladivostok, Russia
²TGMU, Vladivostok, Russia

PHOSPHOLIPIDS IN THE GONADS OF JAPANESE CORBICULAS (*CORBICULA JAPONICA*) AT DIFFERENT STAGES OF DEVELOPMENT

The changes in the content of gonads phospholipid composition of Japanese female Corbicula japonica during year cycle of their development were studied. It was shown that qualitative composition of phospholipids did not change. Phosphatidilcholin, phosphatidiletanolamine, phosphatidylserine, phosphatidylinositol, diphosphatidylglycerine, lysophosphatidilcholin, ceramidoethanolphosphonate were found in the gonads. The relative content of individual classes of phospholipids undergoes noticeable changes in sexual cycle stages. This is connected with the change of ovules morphological structures.

Сведения об авторах: Калинина Галина Георгиевна, канд. биол. наук, доцент; Ковалева Валентина Ивановна.

УДК 639.2.

А.А. Кириллова
ФГБОУ ВО «КГТУ», Калининград, Россия

ПРОМЫСЛОВОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОКУНЯ В ВОДОЕМАХ КАЛИНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ НА ПРИМЕРЕ ОЗЕРА ВИШТЫНЕЦКОГО И КУРШСКОГО ЗАЛИВА

Освещаются вопросы изучения промысла окуня в водоемах Калининградской области. Раскрыты цели, задачи и формы изучения окуня в качестве промыслового вида. Рассматривается эффективность эксплуатации запасов окуня. Особое внимание обращено на динамику вылова окуня в оз. Виштынецком и Куршском заливе.

Введение

Окунь в отдельных хозяйствах считается сорной и вредной рыбой, пищевым конкурентом более ценных видов рыб. В других является одним из основных объектов промысла. Объёмы вылова этого вида существенно отличаются в различных регионах и странах. По мнению ихтиологов, влияние интенсивного промысла на популяцию этого вида рыб оценить довольно трудно, однако отмечают, что масштабного сокращения численности окуня в крупных водоемах не заметно. Снижение доли окуня в промысловых уловах объясняют неэффективностью орудий лова, в том числе тралов. Также заметны существенные колебания ежегодных объёмов вылова окуня [1].

Целью работы является оценка влияния промысла на состояние популяции окуня в водоемах Калининградской области на примере оз. Виштынецкого и Куршского залива в разные периоды рыболовства.

Материал и методика

Материалы получены в процессе проведения ихтиологических исследований кафедры ихтиологии и экологии ФГБОУ ВО «КГТУ» в оз. Виштынецком и Куршском заливе Калининградской области в период 2013–2015 гг., а также использованы архивные материалы. Ихтиологический материал собирался из уловов разноячеистых (шаг ячеи от 14 до 50 мм) ставных сетей (с шагом ячеи 1 см) в соответствии с общепринятыми методиками. Все уловы позиционированы с помощью GPS (Global Position System) с указанием места и време-

ни лова, глубины постановки сетей, идентификатора орудия лова и шага ячеи. Для обработки улова применялись стандартные методики.

Результаты и обсуждение

Рыболовство играет важную роль в экономике России, особое значение оно приобретает в Калининградской области, где оно к тому же является одним из факторов обеспечения продовольственной безопасности региона. Промышленная добыча пресноводных видов ведется лишь в трех внутренних водоемах области: Куршском и Вислинском заливах и оз. Виштынецком. Начиная с 1990-х годов вылов рыбы во внутренних водоемах резко сократился, однако это было обусловлено не состоянием запасов, а социально-экономическими причинами, приведшими к дезорганизации промысла. В силу того что все промысловые водоемы являются трансграничными, также возникла необходимость в согласовании мероприятий по оценке запасов и их рациональному управлению с соседними государствами (Польшей и Литвой) [2].

Окунь имеет важное промысловое значение, к примеру, в Куршском заливе его общий вылов по данным 2007 г. составляет 90–115 т. Кроме того, окунь является одним из основных объектов рекреационного рыболовства [3]. Промысел окуня ведется ставными сетями, ловушками и закидными неводами [4].

В настоящее время лов окуня на российской части акватории оз. Виштынецкого осуществляется преимущественно ставными орудиями лова с шагом ячеи более 40 мм. Согласно Правилам рыболовства допускается лов рыбы сетями с шагом ячеи более 36 мм, неводами с ячеистостью в кутке более 20 мм. Определенная часть общего вылова приходится на любительский лов. В Куршском заливе облавливаются преимущественно ловушками и ставными неводами [5].

Вылов окуня не превышает 5 % от массы всех добытых водных биоресурсов. В то же время существует возможность значительного увеличения уловов [4]. Среднегодовые величины уловов окуня за последние десять лет составляли в Куршском заливе – 72,5 т, в Вислинском – 13,4 т, в оз. Виштынецком – чуть менее 1 т. Однако эффективность ведения промысла окуня можно оценить по такому показателю, как годовой вылов, приходящийся на единицу площади водоема. Промысел в оз. Виштынецком по данному показателю более эффективен, чем в Вислинском заливе, и несколько уступает промыслу в Куршском заливе (рис. 1) [6].

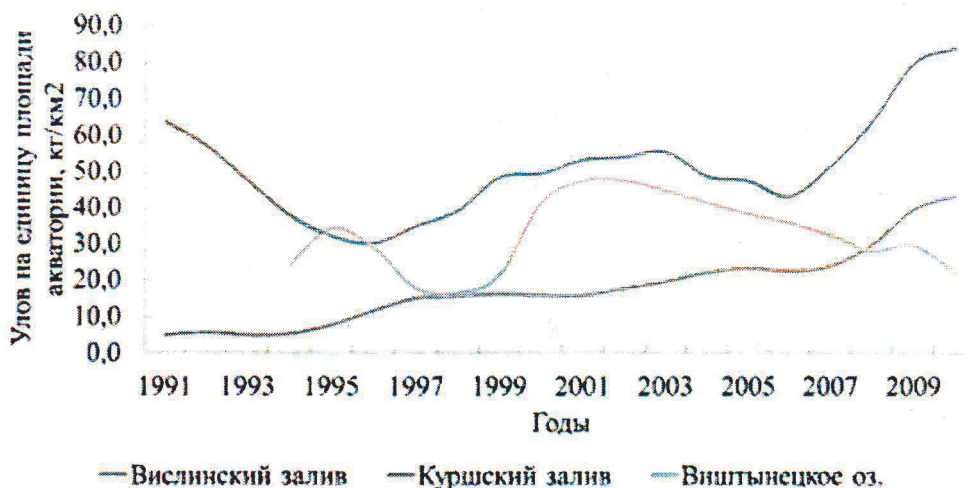


Рис. 1. Эффективность эксплуатации запасов окуня в водоемах Калининградской области

Данные по вылову рыбы и видовому составу уловов в оз. Виштынецком известны за период с 1962 г. (рис. 2). Максимальные уловы в озере были отмечены в 1968 г. и составляли 43,5 т.

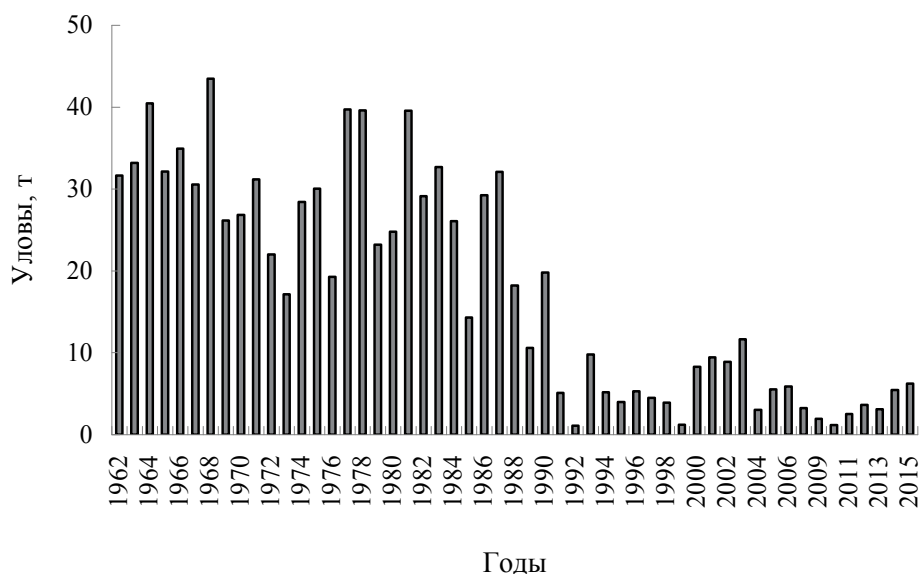


Рис. 2. Динамика промысловых уловов в оз. Виштынецком

Минимальные уловы были отмечены в 1992 г. – 1,1 т. Средний вылов на оз. Виштынецком составляет 17,9 т. Основными промысловыми видами являются ряпушка, плотва, окунь и щука.

В период 1962–1986 гг. промысловые уловы окуня колебались от 0,1 (в 1963 г.) до 3,8 т (в 1964 г.). В период 1993–2015 гг. промысловые уловы колебались от 0,03 т (1998 г.) до 1,3 т (2012 г.). На рис. 3 представлена динамика промысловых уловов окуня, с целью выявления общих тенденций изменения уловов также приводятся сглаженные кривые уловов, полученные методом взвешенной скользящей средней. Рассматривая тенденцию уловов в период 1962–1986 гг., можно сказать, что она заметно снижается.

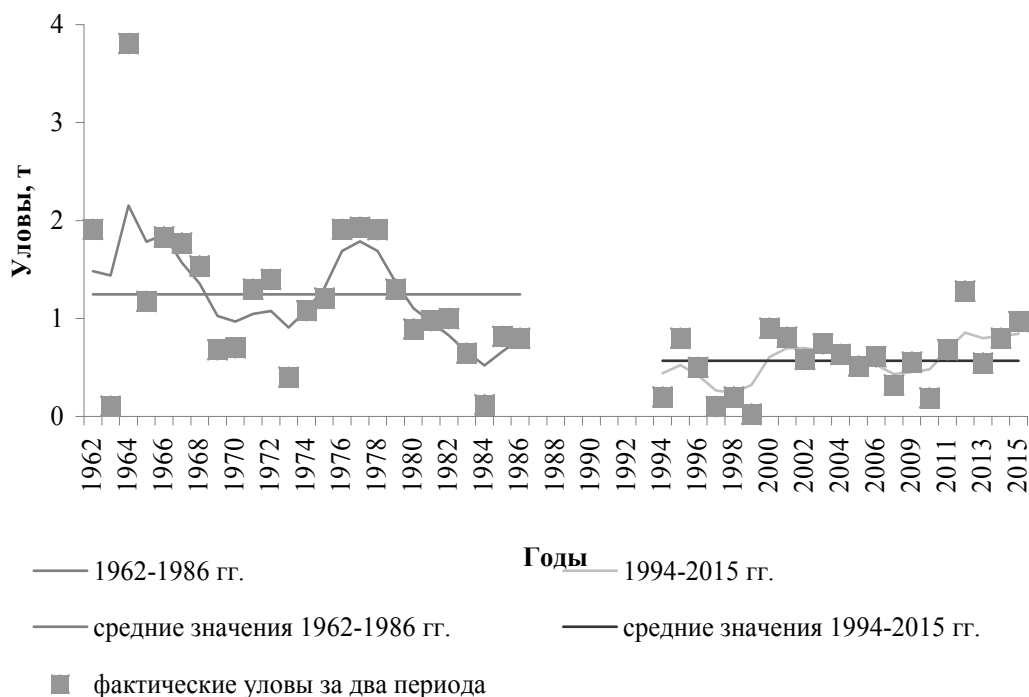


Рис. 3. Динамика вылова окуня в оз. Виштынецком в разные периоды промысла

Отметим, что в период с 1987 по 1993 г. в оз. Виштынецком окунь вообще не ловился. В период 1994–2015 гг., несмотря на низкие величины уловов, наблюдается общая тенденция к слабому повышению уловов. За период 1994–2015 гг. уловы составили в среднем 0,57 т, это более чем в два раза меньше чем в период 1962–1986 гг. – 1,25 т. В оба этих периода наблюдаются колебания уловов по годам, но в период 1993–2015 гг. видна меньшая изменчивость в уловах.

В интенсивный период промысла (1962–1990) средние уловы окуня составили 1,25 т в год, на долю окуня приходилось 4 %, а в период 2013–2014 гг. промысла (1991–2015) средние уловы составили 0,57 т в год, а доля окуня составила 11 %.

Данные по вылову рыбы и видовому составу уловов в Куршском заливе известны за период с 1962 г. (рис. 4). Максимальные уловы в заливе были отмечены в 1964 г. и составляли 8082,9 т.

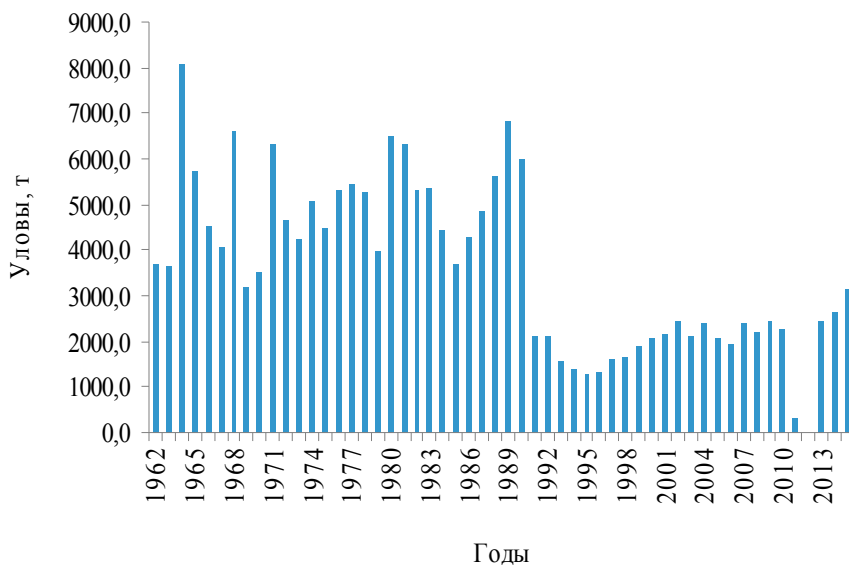


Рис. 4. Динамика промысловых уловов в Куршском заливе

В период 1962–1990 гг. промысловые уловы окуня колебались от 95,9 т (в 1964 г.) до 480,7 т (в 1989 г.). В период 1991–2015 гг. промысловые уловы колебались от 29,8 т (1996 г.) до 135,1 т (2010 г.). На рис. 5 представлена динамика промысловых уловов окуня, с целью выявления общих тенденций изменения уловов также приводятся сглаженные кривые уловов, полученные методом взвешенной скользящей средней. Рассматривая тенденцию уловов в период 1962–1990 гг., можно сказать, что она заметно снижается.

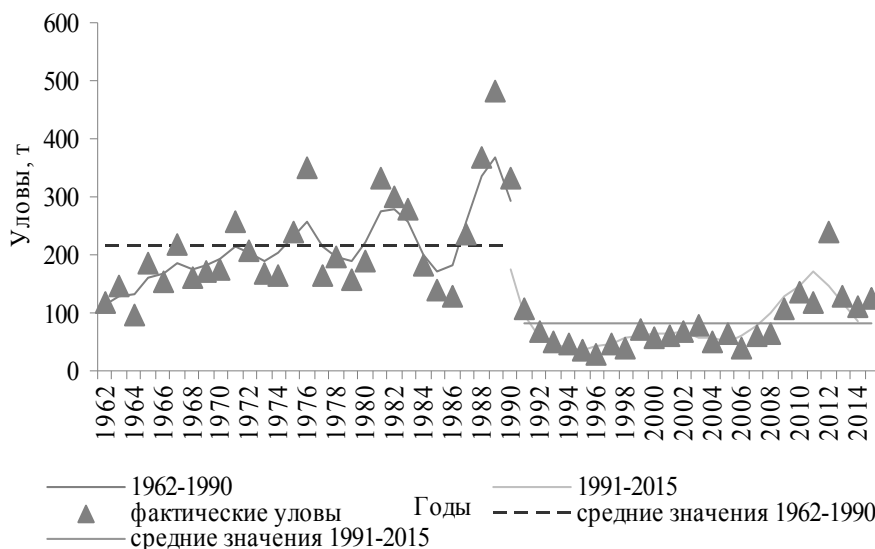


Рис. 5. Динамика вылова окуня в Куршском заливе в разные периоды промысла

В период 1991–2015 гг., несмотря на низкие величины уловов, наблюдается общая тенденция к слабому повышению уловов. За период 1991–2015 гг. уловы составили в среднем 82,1 т, это более чем в два раза меньше, чем в период 1962–1990 гг., – 212,8 т. В оба периода наблюдаются колебания уловов по годам, но в период 1993–2015 гг. видна меньшая изменчивость в уловах.

В заключение можно отметить, что для промысла окуня в оз. Виштынецком и Куршском заливе в целом характерна значительная изменчивость уловов по годам, в период интенсивного рыболовства наблюдалась большая изменчивость уловов, чем в низкоинтенсивный, также в этот период отмечена общая тенденция к снижению уловов, в то время как в интенсивный период, наоборот, отмечается тенденция к слабому увеличению уловов.

Список литературы

1. Пресноводные проходные рыбы России // Экологический центр «Экосистема» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.ecosystem>
2. Осадчий В.М., Шibaев С.В., Соколов А.В. Динамика и видовая структура уловов // Рыбохозяйственный кадастр трансграничных водоемов России (Калининградская область) и Литвы: сб. ст. – Калининград: ИП «Мишуткина И.В.», 2008. – С. 88–92.
3. Тылик К.В. Рыбы трансграничных водоемов России и Литвы. – Калининград: ФГОУ ВПО «КГТУ», 2007. – 128 с.
4. Тылик К.В., Соколов А.В. Рыбы озера Виштынецкого // Озеро Виштынецкое. Природа, история, экология: сб. ст. – Калининград: Изд-во КГТУ, 2001. – С. 76–78.
5. Шibaев С.В., Соколов А.В. Промысловое использование запасов рыб // Рыбохозяйственный кадастр трансграничных водоемов России (Калининградская область) и Литвы: сб. ст. – Калининград: ИП «Мишуткина И.В.», 2008. – С. 108–114.
6. Карасева Е.М., Фельдман В.Н., Хлопников М.М., Тылик К.В. Рыбные ресурсы водоемов Калининградской области // Калининградская область. Природные ресурсы: сб. ст. – Калининград: Янтар. сказ, 1999. – С. 132–140.

A.A. Kirillova
KLGTY, Kaliningrad, Russia

COMMERCIAL USE OF PERCH IN THE RESERVOIRS OF THE KALININGRAD REGION USING THE EXAMPLE OF LAKE VIŠTYTIS AND THE CURONIAN LAGOON

The article is devoted to the study of the perch fishery in the reservoirs of the Kaliningrad region. The author reveals the goals, objectives, forms and types of study of perch as a commercial species. The efficiency of exploitation of perch stocks is considered. The author draws particular attention to the dynamics of catching perch in Lake Vištytis and the Curonian Lagoon.

Сведения об авторе: Кириллова Алёна Александровна, ведущий инженер кафедры ихтиологии и экологии, магистр.

А.А. Косьяненко, Ю.В. Федорец, Д.В. Косьяненко,
О.А. Еловская, В.А. Раков, Л.Е. Васильева
ФГБУН «Тихоокеанский океанологический институт им. В.И. Ильичева» ДВО РАН,
Владивосток, Россия

ДИНАМИКА ПЛАНКТОНА В РАЙОНЕ УСТАНОВКИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ МОДЕЛЕЙ ИСКУССТВЕННЫХ РИФОВ (БУХТА АЛЕКСЕЕВА, ЗАЛИВ ПЕТРА ВЕЛИКОГО ЯПОНСКОГО МОРЯ)

Представлена информация о таксономическом составе, численности и биомассе зоопланктона в районе экспериментальных моделей искусственных рифов в б. Алексева (зал. Петра Великого Японского моря). В зоопланктоне доминировал неритический комплекс. Наблюдается увеличение биомассы и плотности зоопланктона в 2015 г. по сравнению с 2014 г., что может быть непосредственно связано с влиянием установленной экспериментальной модели искусственного рифа на развитие биоты исследуемого района. Также установки могут быть использованы в качестве естественных биофильтров и искусственных убежищ для некоторых видов рыб.

В последние десятилетия в аквакультуре, промысловой и инженерной океанологии возрастает практический интерес к установке на морском дне различных подводных конструкций. При правильной установке конструкции способны в десятки раз увеличивать биопродуктивность района, благоприятно влиять на аккумулятивную способность береговой линии и защищать берег от воздействия волн. В настоящее время имеется большой пробел в понимании особенностей биогеохимических процессов в эстуарных и прибрежных акваториях, в том числе испытывающих антропогенную нагрузку. Известно, что большое отрицательное влияние на богатство флоры и фауны оказывает заиление дна прибрежных участков моря, что приводит к сокращению площади субстратов, пригодных для нормальной жизнедеятельности гидробионтов, к увеличению смертности икры, личинок и самих организмов, и, следовательно, происходит снижение биопродуктивности ранее богатых рыбопромысловых участков. Искусственные рифы способны исполнять роль естественных биофильтров, устанавливаемых в местах интенсивной антропогенной нагрузки на акваторию. Рифовые системы могут использоваться совместно с береговыми очистными сооружениями и осуществлять дополнительную мелиоративную функцию в акватории.

Эксперименты по созданию искусственных рифов были начаты в дальневосточных водах в 1979 г. Д.И. Вышкварцевым [1], а позже – в ТИНРО. С 1989 г. проблема искусственных рифов объединена в Государственной научно-технической программе ГКНТ СССР в проекте «Риф» с головной организацией в лице ВНИРО [2]. Позднее, на протяжении почти 20 лет, исследования, посвященные влиянию искусственных рифов на морскую биоту дальневосточных морей, практически не проводились, за исключением разовых исследований [3, 4].

Современные исследования в основном посвящены влиянию искусственных рифов на биоту и гидрологический режим Каспийского и Черноморского бассейнов [5–7]. Основная часть ИР была изготовлена из старых автопокрышек, связанных между собой капроновыми веревками или сетями в объемные формы в виде тетраэдров, кубов или параллелепипедов. В каждом из них было от 12 до 28 автопокрышек, а рабочий объем достигал $17,5 \text{ м}^3$ [8]. Однако изношенные шины являются отходами, которые занимают много физического пространства, с трудом поддаются уплотнению, сбору и ликвидации, срок их разложения не поддается определению. В их состав входят опасные компоненты, такие как свинец, хром, кадмий и другие тяжелые металлы. В отсутствие надлежащего хранения и контроля шины представляют собой угрозу для здоровья и окружающей среды [9].

В 2014 г. в ТОИ ДВО РАН впервые за последние 20 лет возобновились исследования по проблеме использования искусственных рифов в Приморском крае. Сотрудниками ТОИ ДВО РАН проведен эксперимент по постановке экспериментальных моделей искусственных рифов (ИР) в акватории б. Алексеева (МЭС «о. Попова», ТОИ ДВО РАН).

С учетом токсического влияния искусственных рифов из автопокрышек в наших исследованиях были использованы менее опасные для экосистемы бухты материалы (металлические и бетонные конструкции). На период исследования с июля 2014 г. по июль 2015 г. была установлена 1 экспериментальная модель в кутовой части б. Алексеева на глубине 7 м (рисунок).



Карта-схема района работ в б. Алексеева
(□ – место установки экспериментальной модели искусственного рифа)

Одним из путей повышения биопродуктивности вод является создание поясов искусственных рифов, предназначенных для увеличения площади поверхности субстрата, пригодного для оседания личинок беспозвоночных (усоногих ракообразных, полихет, двустворчатых и брюхоногих моллюсков и т.п.) и спор растений.

Цель работы – изучение видового состава и количественных характеристик зоопланктона в районе экспериментальной установки в б. Алексеева.

Пробы зоопланктона отбирали в районе экспериментальной модели totally (от дна до поверхности) с помощью планктонной сети с фильтрующим ситом с ячейей около 150 мкм. Собранные пробы переливали в маркированные пластиковые емкости и фиксировали 4%-м раствором формалина, хранили в темном прохладном месте до передачи в лабораторию ТОИ ДВО РАН для анализа. В лаборатории пробу промывали в пресной воде, в чашке Петри отбирали крупный планктон (более 10 мм), сагитты просчитывались полностью. Для количественной обработки проба разбавлялась в зависимости от густоты планктона до 100–150 см³. После тщательного перемешивания пробы с помощью штемпель-пипетки отбиралась порция в 1 см³, которая переносилась в камеру Богорова. Здесь производился подсчет массовых форм зоопланктона. Для каждой пробы обрабатывалось от 1 до 10 см³. В камере просчитывали планктон по видам, размерным и возрастным стадиям [10]. Подсчет производился под стереомикроскопом, оснащенным камерой AxioCam Icc 3 моделью Stemi 2000-C. Организмы, встреченные в небольшом количестве, подсчитывались во всей пробе. Биомассу рассчитывали при помощи таблиц стандартных весов и номограмм Численко [11].

Исследования, проведенные в июле 2014–2015 гг. в районе б. Алексеева, показали, что сообщество зоопланктона находится на летней стадии развития. Были обнаружены представители 10 таксономических групп зоопланктона: Copepoda, Chaetognatha, Mysidacea, Cladocera, Appendicularia, Polychaeta, Bivalvia, Gastropoda, Echinoidermata и Cirripedia. По количеству видов преобладали копеподы (4) – 26,66 %. Cladocera и Mollusca были представлены 2 видами – 13,33 %. Остальные таксоны представлены 1 формой и не превысили 6,66 %. Всего было встречено 15 видов из разных групп.

Основу плотности зоопланктона составляли фильтраторы – эврифаги и фитофаги, облигатные хищники были представлены в основном морскими стрелками (Chaetognatha).

Исходя из экологической характеристики доминировал умеренно холодноводный комплекс, представленный 6 видами, или 66,66 %, холодноводный комплекс представлен 2 видами, или 22,22 %, а на тепловодный пришлось всего 11,11 %.

В районе исследования в июле 2014 г. биомасса зоопланктона на разных станциях была в пределах от 13,199 до 38,032 мг/м³. В среднем общая биомасса составила 29,32 мг/м³. Численность варьировала от 26,29 до 65,69 экз./м³, в среднем общая численность составила 78,08 экз./м³.

В июле 2015 г. биомасса зоопланктона на разных станциях была в пределах от 29,035 до 195,747 мг/м³. В среднем общая биомасса составила 81,69 мг/м³. Численность варьировала от 75,72 до 302,23 экз./м³, в среднем общая численность составила 174,95 экз./м³.

Copepoda были представлены 4 видами: *Oithona similis* (от 2 до 39 экз./м³), *Neocalanus plumchrus s.l.* (от 6,88 до 34 экз./м³), *Paracalanus parvus* (от 2 до 41 экз./м³), *Oithona spp.* (около 2,35 экз./м³).

В пробах были отмечены науплии копепод в небольшом количестве около 1 экз./м³.

Neocalanus plumchrus s.l. является глубоководным видом и характеризует открытые морские воды океанического происхождения.

Paracalanus parvus является обитателем поверхностных вод субтропической и тропической зон. Тепловодный вид. Как правило, появляется в планктоне в летне-осенний период.

Oithona similis – короткоциклический вид. Представитель мелкой фракции.

Кроме копепод доминирующей группой в планктоне были кладоцеры. В наших пробах представлены холодноводными видами: *Evadne nordmanni* (от 6 до 35 экз./м³) и *Podon sp.* (около 2 экз./м³).

Щетинкочелюстные (Chaetognatha) были представлены умеренно холодноводным видом *Sagitta elegans s.l.* Численность их варьировала от 2 до 59 экз./м³, а биомасса варьировала от 6 до 152,28 экз./м³.

Меропланктон был представлен личинками: Gastropoda (от 1 экз./м³ до 13 экз./м³) и Bivalvia (от 1 экз./м³ до 22 экз./м³), Polychaeta (от 2 экз./м³ до 15 экз./м³), Echinoidermata (от 1 экз./м³ до 5 экз./м³), Cirripedia (от 7 экз./м³ до 127 экз./м³). Максимальная численность усоногих ракообразных была отмечена в северной мористой части б. Алексеева в июле 2014 г. при температуре 20 °С.

Mysidacea от 1 до 2 экз./м³ не внесли существенного вклада ни в биомассу, ни в численность.

Были отмечены в июле 2015 г. личинки аппендикулярий *Oikopleura sp.* (от 1 до 14 экз./м³).

В пробах были отмечены *Aurelia aurita* (стадия планула). Численность их варьировала в июле 2014 г. от 5 до 12 экз./м³, а биомасса от 7 до 19,26 мг/м³, в июле 2015 г. – от 2 до 12 экз./м³, а биомасса от 3 до 19,26 мг/м³.

Таким образом, в зоопланктоне б. Алексеева в июле 2014–2015 гг. по количеству видов доминировал неритический комплекс, представленный прибрежными видами голопланктона и меропланктона (личинки донных беспозвоночных). Изменения биомассы и численности зоопланктона в 2015 г. относительно 2014 г. могут быть связаны с влиянием установленной экспериментальной модели искусственного рифа на развитие биоты исследуемого района.

дуемого района. Также установки могут быть использованы в качестве естественных биофильтров и искусственных убежищ для некоторых видов рыб.

Список литературы

1. Вышкварцев Д.И., Семочкина Т.Б. Искусственный риф: а.с. 335717. – 1983.
2. Искусственные рифы для рыбного хозяйства: сб. науч. тр. – М.: ВНИРО, 1990. – 237 с.
3. Маркевич А.И. Динамика заселения рыбами экспериментального искусственного рифа в заливе Петра Великого // Биология моря. – 2005. – Т. 31, № 4. – С. 262–266.
4. Явнов С.В., Гладких Г.Н. Изменение фитопланктонного состава в районах постановки искусственных рифов в прибрежных водах Приморья (Японское море) // Изв. ТИНРО. – 2001. – Т. 128, № 1–3. – С. 902–906.
5. Капков В.И., Шошина Е.В., Беленикина О.А. Биоремедиация морских прибрежных экосистем: использование искусственных рифов // Вестн. МГТУ. – 2016. – Т. 19, № 1/2. – С. 286–295.
6. Ушивцев В.Б., Водовский Н.Б., Галактионова М.Л. Экологические и экономические предпосылки к созданию на акватории северного Каспия искусственных рифовых зон // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. – 2008. – Т. 5. – С. 78–83.
7. Извергин Л.В., Яновский Э.Г. Экологические основы применения искусственных рифов-биофильтров в Азовском бассейне // Тр. Южного науч.-исслед. ин-та мор. рыб. хоз-ва и океанографии. – 1998. – Т. 44. – С. 134–138.
8. Раков В.А., Мануйлов В.А., Петренко В.С., Чижов С.Л. Результаты изучения функционирования рифовых конструкций в прибрежных водах Японского моря // Искусственные рифы для рыбного хозяйства: сб. науч. тр. – М.: ВНИРО, 1990. – С. 31–39.
9. Палатников Г.М. Тератогенное влияние на оплодотворение и оплодотворенную икру, генотоксическая и поведенческая реакция молоди русского осетра на присутствие в воде отработанных автопокрышек // Антропогенное влияние на водные организмы и экосистемы: материалы V Всеросс. конф. по водной экотоксикологии, посвященной памяти Б.А. Флерова (Борок, 28 октября–1 ноября 2014 г.). – Ярославль: Филигрань, 2014. – Т. 2. – С. 109–112.
10. Инструкция по сбору и обработке морского сетного планктона. – Владивосток: ТИНРО. – 29 с.
11. Численко Л.Л. Номограммы для определения веса водных организмов по размерам и форме тела (морской мезобентос и планктон). – Л.: Наука. Ленингр. отд-ние, 1968. – 107 с.

A.A. Kos`janenko, Yu.V. Fedorets, D.V. Kos`janenko, O.A. Elovskaya,
V.A. Rakov, L.E. Vasilyeva
V.I.Ilichev Pacific Oceanological Institute, Vladivostok, Russia

DYNAMICS OF PLANKTON IN THE EXPERIMENTAL MODELS OF ARTIFICIAL REEFS AREA (ALEKSEEVA BAY, PETER THE GREAT BAY, SEA OF JAPAN)

Information on the taxonomic composition, abundance and biomass of zooplankton in the area of experimental models of artificial reefs in Alekseeva Bay (Peter the Great Bay, Sea of Japan) has been considered. The neritic complex of zooplankton dominated in the studied water area. There is an increase in zooplankton's biomass and density in 2015 compared to 2014, which can be directly related to the effect of the established experimental model of an artificial reef on the development of the biota of the investigated region. Also, plants can be used as natural biofilters and artificial shelters for some species of fish.

Сведения об авторах: Косьяненко Артур Александрович, научный сотрудник лаборатории морской экотоксикологии, e-mail: kosyanpoi@inbox.ru; Раков Владимир Александр-

рович, доктор биол. наук, главный научный сотрудник лаборатории морской экотоксикологии, e-mail: Vladimir.Rakov@mail.ru; Косьяненко Дарья Вячеславовна, младший научный сотрудник лаборатории исследования загрязнения и экологии, e-mail: podarenka05@mail.ru; Еловская Олеся Александровна, младший научный сотрудник лаборатории морской экотоксикологии, e-mail: olesya-sharova@mail.ru; Федорец Юлия Владимировна, канд. биол. наук, научный сотрудник лаборатории морской экотоксикологии, e-mail: lulya81@mail.ru; Васильева Лариса Евгеньевна, научный сотрудник лаборатории морской экотоксикологии, e-mail: orka-lora@mail.ru.

УДК 591.1:597

О.А. Леденев, О.В. Ложниченко
ФГБОУ ВО «Астраханский государственный технический университет»,
Астрахань, Россия

МОРФОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ СЕЛЕЗЕНКИ ПРОМЫСЛОВЫХ РЫБ ЧЕРНОГО МОРЯ

Проанализировано морфологическое строение селезенки добываемых рыб Черного моря промыслового размера. На основании полученных результатов в селезенке были выявлены нарушения кровоснабжения. Кровеносные сосуды исследуемых рыб были кровепереполнены, местами имелись небольшие кровоизлияния. Полученные данные свидетельствовали о снижении кроветворных функций этого органа. Оценка патоморфологического состояния черноморской барабули и ставриды составила 3,3 балла, черноморского мерланга – 3,2, морского ерша – 3,0, шиповатого ската – 2 балла.

У низших позвоночных селезенка является центральным органом кроветворения, однако функции селезенки рыб, как и селезенки млекопитающих, различны [8]. Так, селезенка костистых рыб состоит только из красной пульпы, в которой есть отдельные лимфоидные скопления (белая пульпа). Кроме того, некоторые авторы указывают на наличие в селезенке так же, как и в почке, мелано-макрофагальных центров, но они более многочисленны и устроены сложнее. В этих центрах селезенки депонируется антигенный и неантигенный материал. В селезенке высших рыб происходит развитие клеток моноцитарной и лимфоидной линий дифференцировки, что показано методами электронной микроскопии и автордиографии. Тем не менее основная роль селезенки — депонирование крови. В связи с этим у многих видов костистых рыб селезенка остается преимущественно эритроидной [1, 2, 4]. Кроме того, многие авторы связывают морфологические нарушения в селезенке с воздействием токсических агентов [3].

На основании вышесказанного целью проведенного исследования явилось изучение морфологических особенностей селезенки рыб.

Работа выполнена на кафедре рыбоводства и рыболовства ФГБОУ ВО «Астраханский государственный технический университет». Исследовались ткани селезенки половозрелых особей черноморской барабули, черноморской ставриды, черноморского мерланга, морского ерша, шиповатого ската, выловленного в районе рыбопромыслового участка Анапской бухты. Материал обрабатывался методами классической гистологии [5]. Для изучения строения органов парафиновые блоки нарезали на стандартном микротоме толщиной 5–6 микрон. Окрашивали срезы гематоксилин-эозином. Просмотр и фотографии препаратов производили при помощи микроскопа «Микмед 6» с цифровой камерой для визуализации и компьютерного анализа. Оценку степени патологических изменений в органах и тканях гидробионтов, а также их диагностику осуществляли в соответствии с методикой Л.А. Лесникова и И.Д. Чинаревой (1987). Степень ранжировки: I балл – реакция организма, не связанная с его повреждением; II балла – легкие повреждения (слабая гипе-

ремия сосудов, отеки); III балла – повреждения средней тяжести (гиперемия сосудов, периваскулярные и перичеллюлярные отеки, очаговые кровоизлияния); IV балла – тяжелые повреждения (множественные очаговые кровоизлияния, значительные отеки, дистрофия, некроз до 30 % тканей); V баллов – симптомы летального отравления. Наличие значительных повреждений внутренних органов при действии относительно невысоких концентраций токсических веществ, приближающихся к хроническим летальным концентрациям, и почти полное отсутствие симптомов повреждения при высоких летальных концентрациях, но за короткое время.

У исследуемых рыб селезенка располагалась в петлях средней кишки и была представлена небольшим компактным органом, окруженным со всех сторон тонкой соединительнотканной оболочкой. От соединительнотканной капсулы внутрь органа отходили разделявшие паренхиму органа трабекулы. Кроме того, строма органа была пронизана густой кровеносной сетью, наиболее крупные кровеносные сосуды были заполнены периферической кровью. Следует отметить, что основу стромы органа представляла красная пульпа. Лимфоидные скопления (белая пульпа) были достаточно малы и редки.

Отличительной особенностью строения селезенки барабули и ставриды явилось наличие гемосидероза. Данный процесс обусловлен венозной гиперемией, вытеснением эритроцитов из кровеносного русла и их разрушения за пределами сосудов. В тканях селезенки обнаруживалось накопление предположительно гемосидерина (железосодержащего пигмента бурого цвета). Интенсивный процесс дегенерации эритроцитов обусловлен развитием у исследуемых рыб анемии.

Красная пульпа селезенки анализируемых рыб содержала ретикулярные клетки, ортохромные эритроциты и довольно значительные количества гибнущих эритроцитов. Среди клеток красной пульпы встречались макрофаги. Достаточно редко в красной пульпе были отмечены не имеющие четких границ мелкие лимфоидные скопления, основу которых составляли ретикулярные клетки, стромальные клетки, лимфоциты и макрофаги.

Лимфоциты отчетливо разделялись на малые, средние и большие. Большая часть клеток ретикулярной ткани была представлена активными ретикулярными клетками. Редкие мелано-макрофагальные центры у барабули содержали макрофаги в количестве 11, у ставриды – 9, мерланга 7 и 6 у морского ерша. Макрофаги встречались весьма редко в фолликулах белой пульпы, так и в красной пульпе, активно участвовали в фагоцитозе погибающих эритроцитов.

Строение селезенки шиповатого ската отличалось от других исследованных рыб. Она была расположена в складке брюшины и представляла собой довольно значительный по объему орган. Снаружи ее окружала тонкая соединительнотканная оболочка, многочисленные трабекулы разделяли ее строму. В паренхиме селезенки имелось довольно значительное количество кровеносных сосудов, часто переполненных форменными элементами крови. Следует отметить, что у ската паренхима органа была разделена на белую и красную пульпу, которые занимали практически равные площади.

Красная пульпа состояла из ретикулярных клеток, ортохромных эритроцитов и довольно значительного количества гибнущих эритроцитов, причем нередко среди клеток красной пульпы встречались макрофаги.

Более интенсивно окрашенная белая пульпа была расположена компактно в виде разрастаний неправильной формы. В ее составе встречались ретикулярные клетки, стромальные клетки, макрофаги, лимфоциты, плазматические клетки. Лимфоциты отчетливо разделялись на малые, средние и большие.

Следует также отметить, что между красной и белой пульпой имелись четкие границы, кроме того, в селезенке прослеживалось нечеткое деление гемопозитических участков на периартериальную, центральную и маргинальную зоны.

Анализ качественного состава белой пульпы селезенки ската показал, что основная ее площадь была представлена ретикулярными клетками, среди которых были рассредоточены форменные элементы крови на разных стадиях развития. Ретикулярные клетки являются микроокружением развивающихся элементов крови. В составе формирующихся клеток крови имелось достаточно большое количество молодых гранулоцитов – эозинофилов, на

основании чего можно сделать заключение об активно происходящем гранулоцитопозе, чего не наблюдалось у костистых представителей

Таким образом, анализ состояния селезенки черноморских рыб выявил следующие особенности. Так, у черноморской ставриды и черноморской барабули в селезенке активно происходили процессы дегенерации эритроцитов, были выявлены крупные конгломераты предположительно гемосидерина. Кроме того, кровеносные сосуды этих рыб были кровепереполнены, местами имелись небольшие кровоизлияния. Оценка патоморфологического состояния этих рыб оценивалась в 3,3 балла. У ската, морского ерша и мерланга гранулы гемосидерина были небольших размеров, редкие, что указывало на низкую интенсивность процесса разрушения эритроцитов. Средний балл патоморфологического состояния мерланга был равен 3,2, морского ерша – 3,0, шиповатого ската – 2 балла. Следует отметить, что гемосидероз, вызванный внесосудистым разрушением эритроцитов (экстравазкулярный гемолиз), провоцируется интоксикацией [6, 9].

Список литературы

1. Бахмед А.А. К вопросу морфологии лимфоидных образований селезенки и паховых лимфатических узлов крыс при воздействии эмоционального стресса [Текст] // Материалы XI Междунар. конф. «Эколого-физиологические проблемы адаптации». – М.: Изд-во РУНД, 2003. – С. 52–53.

2. Битуева, А.В. Морфологическая характеристика лимфатических узлов мышцей при экспериментальном иммунодефицитном состоянии и его коррекции пептидным биорегулятором [Текст] / А.В. Битуева, Н.Б. Бубеева, С.Д. Жамсаранова // Актуальные проблемы морфологии: сб. науч. тр. – Красноярск, 2003. – С. 16–18.

3. Боброва, Л.П. Гистофизиология крови и кроветворных органов и иммуногенеза / Боброва Л.П., Кузнецов С.Л., Сапрыкин В.П. – М.: Новая волна, 2003. – 157 с.

4. Бугаев, Л.В. Мониторинг гематологических показателей азовского судака [Текст] / Л.В. Бугаев, О.А. Рудницкая, А.С. Засядько // Актуальные проблемы экологической физиологии, биохимии и генетики животных: материалы Междунар. науч. конф. – Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 2005. – С. 36–38.

5. Волкова, О.В., Елецкий Ю.К. Основы гистологии с гистологической техникой [Текст]. – М.: Медицина, 1989. – 234 с.

6. Крючков, В.Н. Морфология органов и тканей водных животных [Текст] / В.Н. Крючков, Г.М. Абдурахманов, Н.Н. Федорова. – М.: Наука, 2004. – 144 с.

7. Лесникова Л.А., Чинирева И.Д. Патологический анализ состояния рыб при полевых и экспериментальных токсикологических исследованиях // Тез. докл. 1-го Всесоюз. симпоз. по методам ихтиотоксикологических исследований. – Л., 1987. – С. 81–82.

8. Пономарев Б.Л., Панчук И.С. Развитие селезенки плодов человека в раннем периоде эмбриогенеза [Текст] // Актуальные проблемы морфологии: сб. науч. тр. – Красноярск, 2003. – С. 16–18.

9. Федорова Н.Н., Крючков В.Н., Шипулин С.В., Абдулаев М.Ш., Куренкова М.П. Состояние селезенки осетровых на фоне накопления тяжелых металлов // Новое в экологии и безопасности жизнедеятельности: тр. Междунар. экол. конгр. – СПб.: Балт. тех. ун-т, 2000, – С. 294.

O.A. Ledenev, O.V. Lojnichenko
Astrakhan state technical university, Astrakhan, Russia

MORPHOLOGICAL STRUCTURE OF SPLEEN OF GAME FISH OF THE BLACK SEA

The morphological structure of the spleen of fish of the Black Sea of commercial size is analyzed in the article. Based on the results obtained in the spleen, blood flow disorders were detected. The blood vessels of the fish were blood-overflowed, in places there were minor hemorrhages. The data obtained indicated a decrease in the hematopoietic functions of this organ.

Evaluation of the pathomorphological state of the Black Sea barabule and horse mackerel was 3.3 points, the Black Sea merlang 3.2, the sea ruff – 3.0, the spinovaya slope – 2 points.

Сведения об авторах: Леденев Олег Анатольевич; Ложниченко Ольга Владимировна, доктор биол. наук, профессор.

УДК 628.1

М.С. Литвиненко
ФГБОУ ВО «Дальрыбвтуз», Владивосток, Россия

УСТАНОВКА ДЛЯ ОЧИСТКИ ВОДЫ В СИСТЕМАХ МАЛОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ

Рассмотрено применение установок заводского изготовления в системах малого водоснабжения при очистке вод поверхностных источников с широким диапазоном мутности. Известные водоочистные установки по производительности, области применения и компактности несколько уступают зарубежным. На основании анализа технологических схем, конструкций, условий применения малых водоочистных установок и экспериментальных исследований разработана конструкция моноблочного осветлителя, включающего круглый в плане напорный осветлитель с поддонным осадкоуплотнителем, тангенциальным распределением воды и рециркуляцией осадка и фильтр непрерывного действия с радиальным направлением фильтрационного потока. Приведены основные параметры работы осветлителя, его конструкция и технологическая схема водоочистной установки. Отличительной особенностью моноблочного осветлителя является расположение фильтра по внешнему периметру конической части осветлителя.

Одним из путей, позволяющих решить проблему снабжения питьевой водой объектов с малым водопотреблением, является монтаж непосредственно на объектах водоочистных установок из готовых элементов.

В последние годы разработан ряд установок заводского изготовления с использованием перспективных технологических схем и конструктивных решений, например отечественная установка «Струя». Область ее применения ограничена мутностью исходной воды до 1000 мг/дм³. В то же время воды большинства рек Приморского края характеризуются устойчивой тонкодисперсной взвесью с содержанием ее в отдельные периоды года до 2 г/м³.

Специфическими условиями эксплуатации водоочистных установок в системах малого водоснабжения являются: периодический режим работы водоснабжения водоёмов, качество воды в которых меняется в широком диапазоне; ограниченные возможности в квалифицированном обслуживании оборудования и др.

Анализ существующих технологических схем, конструкций и специфических условий эксплуатации малых установок определил основные направления их разработки: использование двухступенчатой схемы рентного осветления в одном блоке с целью повышения удельной производительности с единицы занимаемой площади, достижения компактности, уменьшения количества трубопроводов, запорной арматуры и др. В практике реагентного осветления мутных вод (взвешенные вещества до 2 г/дм³, цветность до 150 град, окисляемость до 30 мгО/л), в качестве первой ступени осветления используют осветлители со взвешенным осадком. Рассмотрен круглый в плане осветлитель напорного типа с поддонным осадкоуплотнителем и принудительным отводом осадка.

Анализ известных технических решений систем распределения воды выявил перспективность тангенциального подвода ее осветлителем. Вращательное движение воды в нижней части осветлителя выравнивает концентрацию взвеси и гидравлическое сопротивление

во взвешенном слое, а также распределение вертикальных потоков воды по сечению осветлителя, повышает динамическую устойчивость взвешенного слоя против термических и инерционных возмущений.

С целью уточнения оптимальных гидравлических характеристик процесса формирования и отделения взвеси при тангенциальном вводе воды выполнены исследования на модели осветлителя. Экспериментальная установка включала: осветлитель (труба из стекла) диаметром 150 мм, высотой 3,5 м с конической нижней частью (из оргстекла); трубопровод подачи воды к осветлителю (из стекла) диаметром 50 мм; выносной шлапоуплотнитель диаметром 75 мм, высотой 1,5 м; оборудование для приготовления и дозирования реагентов; насос подачи исходной воды. В качестве реагентов использовали сульфат алюминия и полиакриламид (ПАА). При малой мутности и низкой температуре воды с целью интенсификации процесса коагулирования в нее добавляли осадок из шлапоуплотнителя (11, 14). Качество воды, используемой при исследованиях: цветность 40–60 град, мутность 8–2000 мг/дм³, рН 7,4–7,6, температура 6–15 °С, окисляемость до 25 мгО/л. Взвесь тонкодисперсная. Параметры работы осветлителя во время исследований: скорость восходящего потока 0,7–1,8 мм/с, высота слоя взвешенного осадка 2–2,5 м, дозы коагулянта и ПАА принимали в соответствии со СНиП 2.04.02-84 «Водоснабжение» и путем пробного коагулирования. Коагулянт вводили в различных точках по длине подводящего трубопровода. Периодичность работы осветлителя осуществляли выключением его из работы на 8–10 ч. Тангенциальную скорость вращения воды в осветлителе, соответствующую максимуму эпюры горизонтального разреза на уровне сопел распределительной системы, принимали от 300 до 600 мм/с. Тангенциальные скорости в разных сечениях по высоте на расстоянии от оси вращения 30 мм составляли: на уровне перехода конической части в цилиндрическую 100–150, на уровне верхней границы взвешенного осадка 15–20, под верхней распределительной диафрагмой 2–8 мм/с. За основу определения гидравлических и физических параметров осветлителя принимали специальную методику.

Исследованиями установлено, что хлопья взвеси, попадающие в зону действия струй, выходящих из сопел со скоростью > 500 мм/с, дробятся на мелкодисперсную фазу. После выхода из зоны диспергирования они формируются вновь, гидравлическая крупность их в этом случае пропорциональна концентрации взвеси во взвешенном слое. Чем полнее прошел процесс формирования хлопьев до распределительной системы и выше скорость выхода воды из сопел, тем больше интенсивность диспергирования хлопьев и тем меньше способность их к повторному формированию. Наилучший эффект работы осветлителя наблюдали при вводе коагулянта за 5–8 мин до выхода воды в распределительную систему и скорости выхода воды из сопел 300–400 мм/с. При введении ПАА непосредственно перед распределительной системой в воду, обработанную коагулянтом, повторное формирование хлопьев идёт более активно, гидравлическая крупность их повышается. Стабильный эффект осветления воды наблюдался при содержании взвеси в ней > 70–80 мг/дм³. При низком содержании взвеси требуется рециркуляция осадка из шлапоуплотнителя. Качество воды после осветлителя при оптимальной объёмной концентрации взвеси во взвешенном слое 0,1–0,12 характеризуется прозрачностью 250–300 мм по шрифту, цветностью 12–22 град, содержанием взвеси 3,8–7,5 мг/дм³. При включении осветлителя в работу после остановки выпавший осадок взвешивается полностью в течение 10–15 мин, качество воды в это время несколько ниже нормативного (12–16 мг/дм³). При одних и тех же габаритах и одинаковом качестве воды осветлитель с тангенциальной распределительной системой и рециркуляцией осадка обеспечивает увеличение производительности при сохранении качества осветленной воды и является менее чувствительным к изменению температуры воды и скорости её подъёма. Повторное использование осадка позволило сократить расход коагулянта на 10–15 %.

Характеристика моноблочных водоосветлителей

Моноблок	Фильтр				Осветлитель		Производительность, м ³ /ч		
	Диаметр, м		Площадь, м ²		Диаметр, м	Площадь, м ²	минимальная	номинальная	максимальная
	на входе	на выходе	на входе	на выходе					
МВ-2,2	0,7	1,9	0,94	3,53	2,0	3,14	12,56	14,13	15,7
МВ-2,6	0,9	2,3	1,70	5,00	2,4	4,50	18,00	20,25	22,5
МВ-3,0	1,3	2,7	2,30	6,84	2,8	6,10	24,40	27,45	30,5
МВ-3,4	1,7	3,1	3,00	8,97	3,2	7,98	31,92	35,91	39,9
МВ-3,8	2,1	3,5	3,60	10,80	3,6	9,60	33,40	43,20	48,0
МВ-4,6	2,8	4,2	5,16	17,00	4,4	15,20	60,80	68,40	76,0
МВ-5,3	3,6	5,0	5,80	23,00	5,1	20,40	81,60	91,80	102,0

Примечание. МВ-2,2–5,3 – моноблочные водоосветлители диаметром 2,2–5,3 м.

Исследования показали следующие расчетные параметры: время пребывания воды в осветлителе 45–50 мин; скорость восходящего движения воды в зоне осветления 1,1–1,4 мм/с; тангенциальная скорость вращения потока в плоскости на соплах 300–400 мм/с.

Таким образом, полученные соотношения между химической природой, структурой полимерного субстрата, внешними факторами и свойствами мембран открывают возможность приблизиться к целенаправленному синтезу гидрогелиевых мембран с учётом их практического предназначения.

Список литературы

1. Брык М.Т., Нигматуллин Р.Р. Мембраны с дополнительными функциями // Химия и технологии воды. – 2015. – 13, № 5. – С. 392–412.
2. Зезин А.Б., Эльцефон Б.С. Полимерные мембраны для гемодиализа и оксигенации крови // Химия и технология высокомолекулярных соединений. (Итоги науки и техники). – М., ВИНТИ, 1976. – Вып. 10. – С. 96–152.
3. Богданов М.Е., Еремина Н.М., Ларцева Е.В. Получение полимерных полупроницаемых мембран для аппарата «искусственная почка» и исследование их физико-химических свойств // I Всесоюз. конф. по мембранным методам разделения смесей. – М., 1973. – С. 270–274.
4. Wishnewski S., Wan Kim S. Permeation of water-solutes through poly (2-hydroxyethyl-methacrylate) and poly-/hydroxyethylacrylate // J. Membr. Sci. – 2000. – N 3. – P. 299–308.
5. А.с. 1214693. МКИ С08 29/04, 02С 7/02. Утверждающаяся полимер-мономерная композиция / О.В. Суберляк, О.С. Заикина, А.И. Сошко и др. – Оpubл. 01.11.86, Бюл. № 8.
6. Суберляк О.В., Скорохода В.И., Тхир И.Г. Влияние комплексообразования на полимеризацию 2-оксиэтилметакрилата в присутствии поливинилпирролидона // Высокомол. соединения. – 2014. – Т. 31, № 5. – С. 336–340.
7. Maruthamuthu M., Reddy J.V. Binding of fluoride onto poly-(N-vinylpyrrolidone) // J. Polym. ed. – 1984. – N 10. – P. 596–573.

M.S. Litvinenko
Dalrybvtuz, Vladivostok, Russia,

INSTALLATION FOR WATER TREATMENT IN SMALL WATER SYSTEMS

Consider the application of prefabrication in small water supply systems in the purification of water from surface sources with a wide range of turbidity. Known water treatment plants the performance, application area and compactness somewhat inferior to foreign ones. On the basis of analysis of technological schemes, designs, conditions of application of small wastewater treatment plants and experimental investigations designed monoblock design of the clarifier, including the design of a pressure clarifier with pallet outcompletely, a tangential distribution of water and sediment recirculation, and filter is continuous with the radial direction of the filtration flow. The main parameters of the clarifier, design and technological scheme of water treatment plant. A distinctive feature of monoblock clarifier is the location of the filter around the outer perimeter of the conical portion of the clarifier.

Сведения об авторе: Литвиненко Маргарита Сергеевна, e-mail: 1980.margo@mail.ru.

УДК 628.33/36+519.876.5

М.С. Литвиненко
ФГБОУ ВО «Дальрыбвтуз», Владивосток, Россия

МЕТОД МОДЕЛИРОВАНИЯ ЗАГРЯЗНЕНИЙ В ПРОТОЧНЫХ ВОДОЁМАХ

Рассматривается модель процесса загрязнения окружающей среды. Наиболее выраженное вредное воздействие испытывают водные объекты: проточные (реки) и непроточные (водоёмы, водохранилища). Поэтому исследования и разработка сравнительно простых и достаточно достоверных методов моделирования распространения загрязнений в проточных водоёмах – приёмниках сточных вод – являются актуальными задачами.

Математическое моделирование процессов и явлений не является самоцелью, а призвано способствовать более глубокому пониманию природы явления, чтобы в конечном счете получить информацию о реальном мире. Эта информация стимулирует развитие новых научных проблем и методов их решения, а также служит основой для принятия решений при реализации конкретных проектов.

При оценке загрязнения водной среды и особенно почвы еще не существует достаточно простых моделей, широко применяемых в практических расчетах. Следует заметить, что распространение примесей в водной среде можно описать теми же уравнениями гидродинамики (уравнение турбулентной диффузии), которые применяются для атмосферы, но вследствие сложности учета водного течения и других факторов они плохо пригодны для практического использования. Несмотря на это, исследования в этом направлении ведутся, и определенные успехи в этой области уже достигнуты.

Моделирование загрязнения водной среды рассмотрим на примере двух взаимодействующих групп: вода, содержащая растворенный кислород, и сбрасываемые в воду органические отходы. Разложение органических отходов в водной среде происходит под действием бактерий, вызывающих цепь химических реакций, которые протекают с использованием кислорода. Поэтому моделируется взаимосвязь концентрации кислорода и отходов в воде.

Концентрацию отходов часто определяют в специальной единице измерения – так называемой *биохимической потребности в кислороде* (БПК). Показатель БПК равен отношению количества кислорода, необходимого для разложения отходов, к объему воды (мг/л).

Скорость разложения отходов пропорциональна их концентрации L (если присутствует достаточно кислорода):

$$dL/dt = -k_1L,$$

где k_1 – постоянная отбора кислорода, обычно измеряется в единицах (день)⁻¹.

Если c_0 – концентрация кислорода при отсутствии отходов (известная функция от температуры воды), то при поступлении отходов концентрация кислорода c будет меньше c_0 . Введем разность этих величин $D = c_0 - c$, которая будет характеризовать недостаток или дефицит кислорода в водной среде в связи с поступлением в нее органических отходов. Величина D может увеличиваться со временем вследствие поступления (и окисления) отходов и уменьшаться вследствие поглощения кислорода поверхностными слоями воды (этот процесс называется реаэрацией), т.е.

$$dD/dt = k_1L - k_2D,$$

где k_1L характеризует процесс окисления отходов, k_2D – реаэрацию, k_2 – постоянная реаэрации, единица ее измерения (день)⁻¹.

Таким образом, получается система из двух уравнений (предложенная впервые Стритом и Фелпсом в 1925 г., но до сих пор широко применяемая в силу своей простоты и одновременно достаточно адекватного описания реальной динамики происходящих процессов; это хороший пример достигнутого компромисса между простотой модели и ее прогностическими возможностями):

$$\begin{aligned} dL/dt &= -k_2L \\ dD/dt &= k_1L - k_2D \end{aligned}$$

Решение этих уравнений дает

$$D(t) = \frac{k_1}{k_2 - k_1} L(0)(e^{-k_1t} - e^{-k_2t}) + D(0)e^{-k_2t},$$

где $L(0)$ и $D(0)$ – начальные значения при $t = 0$.

Важный практический вопрос заключается в следующем: какое максимальное обеднение воды кислородом может наблюдаться в данном месте реки или водоема в результате сброса в них органических отходов? Дело в том, что если концентрация кислорода падает ниже некоторого критического уровня, начинают гибнуть организмы (рыбы, ракообразные и др.), обитающие в водной среде. Таким образом, может инициироваться цепочка событий, которая способна привести к необратимым нарушениям нормальной экологической жизнедеятельности водоема. Максимальный дефицит кислорода D_{\max} можно определить, приравняв к нулю производную $D'(t) = 0$. Отсюда получим

$$D_{\max} = L(0) \frac{k_1}{k_2} \left[\frac{k_2}{k_1} \left(1 - \frac{D(0)(k_2 - k_1)}{L(0)k_1} \right) \right]^{\frac{k_1}{k_1 - k_2}},$$

где $L(0)$ и $D(0)$ – начальные значения концентрации отходов и дефицита кислорода.

Время t связано с расстоянием x от места сброса. Если V – скорость течения реки, тогда $x = Vt$. В этом случае $D(0)$ – начальное понижение концентрации, обусловленное наличием заводов в верхнем течении реки.

Таким образом, необходимо, чтобы удовлетворялся экологический стандарт или экологический критерий безопасности жизнедеятельности водных организмов:

$$D_{\max} < D_{\lim}.$$

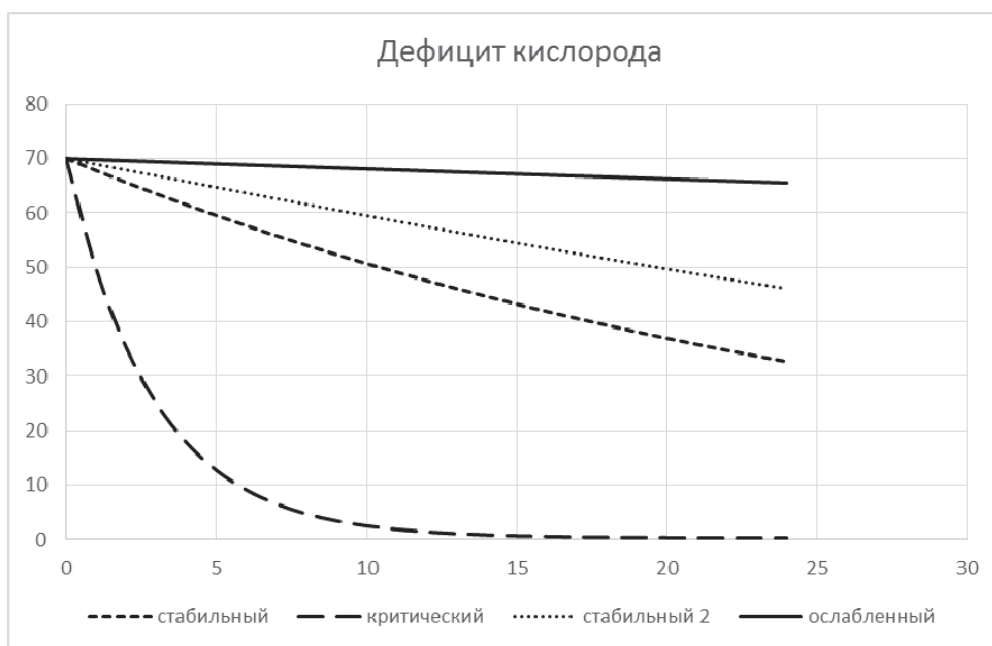
Это один из выводов, который можно сделать после применения данной модели к реальным условиям. Кроме того, модель позволяет оптимизировать режимы сброса предприятиями органических отходов в воду.

Численный эксперимент проведем на четырех различных данных (таблица).

Исходные данные примера

	Стабильный	Критический	Стабильный 2	Ослабленный
k_1	0,0027	0,0027	0,027	0,00094
k_2	0,0345	0,345	0,0345	0,00345
$L(0)$	50	50	50	50
$D(0)$	70	70	70	70

Моделирование проводилось для условного периода в 24 дня. Результат проведения моделирования представлен на рисунке.



Результат моделирования

Из рисунка видно, что при критическом уровне загрязнения количество кислорода резко снижается и за очень короткий период (меньше 10 дней) устанавливается на уровне меньше 1.

Рассмотрены два варианта со средним уровнем загрязнения, соответствующим сбрасываемым отходам предприятий небольшого объема, что также ведет к снижению потребления кислорода.

Список литературы

1. Гофман К.Г., Витт М.Б. Платежи за природные ресурсы // Экономика и организация производства. – 1990. – № 2. – С. 15–21.
2. Гофман К.Г., Рюмина Е.В. Кредитные отношения общества и природы // Экономика и математические методы. – 1994. – Т. 30, вып. 2. – С. 155–161.
3. Эколого-экономические проблемы России и ее регионов / под ред. В.Г. Глушковой, А.Т. Шевченко. – М., 2002. – 326 с.
4. Шевчук А.В., Шибяева И.Н. Экологический аудит и охрана окружающей среды в Российской Федерации // Экология и промышленность России. – 2007. – № 1. – С. 29–32.
5. Макаров С.В., Шагарова Л.Б. Экологическое аудирование промышленных производств. – М.: НУМЦ Госкомэкологии России, 2007. – 144 с.

M.S. Litvinenko
Dalrybvtuz, Vladivostok, Russia,

MODELING OF ENVIRONMENTAL POLLUTION

In work the model of process of environmental pollution is considered. The most expressed harmful effects are experienced by water objects: flowing (rivers) and landlocked (reservoirs, reservoirs). Therefore researches and development rather simple and enough reliable methods of modeling of distribution of pollution in flowing reservoirs - receivers of sewage, are an actual task.

Сведения об авторе: Литвиненко Маргарита Сергеевна, e-mail: 1980.margo@mail.ru.

УДК 597.554.3(470.26)(06)

Е.Н. Лончук, Ю.К. Алдушина
ФГБОУ ВО «КГТУ», Калининград, Россия

РОЛЬ ПЛОТВЫ (*RUTILUS RUTILUS* L.) В ИХТИОЦЕНОЗЕ ПРАВДИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА КАЛИНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

Рассмотрен анализ структурных характеристик плотвы Правдинского водохранилища по данным контрольных уловов 2013 г. с использованием набора ставных разноячейных сетей. В исследуемом водоеме плотва является самым многочисленным видом по численности. В данном водоеме доминируют мелкоразмерные особи плотвы.

Рыбохозяйственное изучение внутренних водоемов России в последнее время становится все более актуальным и имеет как научное, так и прикладное значение. Это все связано с появлением возможности развития не только промышленного, но также любительского и спортивного (рекреационного) рыболовства и пастбищной аквакультуры. К тому же активное развитие рекреационного рыболовства в большинстве случаев может быть более эффективным по экономическим соображениям по сравнению с промышленным ловом [1–3].

Ихтиологические исследования, которые осуществлялись на водоемах Калининградской области в последний период, главным образом, были сфокусированы на биологии и хозяйственном значении единичных значимых видов рыб Калининградского (Вислинского) и Куршского заливов, 26 подрайона Балтийского моря, и отсутствовали какие-либо комплексные исследования по внутренним водоемам Калининградской области [3].

Цель работы заключается в изучении роли плотвы в ихтиоценозе Правдинского водохранилища с точки зрения поиска пути ее рыбохозяйственного использования.

В 2013 г. осуществлялись исследования Правдинского водохранилища. Эти исследования проводили сотрудники кафедры ихтиологии и экологии ФГБОУ ВО «КГТУ» на нескольких станциях ставными сетными орудиями лова с шагом ячеи от 14 до 50 мм. Продолжительность постановки порядка сетей составляла около суток. Применялись дневные и ночные постановки. Вся ценная информация хранится в компьютерной базе данных информационно-аналитической системы «Рыбвод» [4].

Первичные данные видовой и размерной структуры были приведены к единому знаменателю – индексу численности. В 2013 г. на Правдинском водохранилище было проведено 86 обловов. Объем материала – 1234 экз., из которых 331 экз. был подвергнут полному биологическому анализу (ПБА) и определению возраста.

Анализ видового состава контрольных обловов разноячейными ставными сетями позволяет судить о том, что видовая структура ихтиофауны представлена 13 видами рыб, относящимися к четырем семействам: карповые (Cyprinidae), щуковые (Esocidae), окуневые (Percidae) и сомовые (Siluridae). Семейство карповых занимает ведущее место в ихтиоценозе Правдинского водохранилища и составляет 81 % численности. Видовая структура ихтиофауны Правдинского водохранилища представлена на рис. 1.

Согласно полученным данным, доминирующее положение занимают плотва, густера, укляя, ерш и лещ, в общем составляющие 85 % численности. Плотва занимает лидирующее положение в ихтиоценозе и составляет 35 % от общей численности. Укляя, густера, ерш и лещ, занимающие следующие положения в ихтиоценозе после плотвы, составляют при этом 50 % от общей численности. Остальные виды, такие как окунь, язь, жерех, судак, сом, голавль, щука и красноперка, были представлены единично и отнесены в группу «прочие».

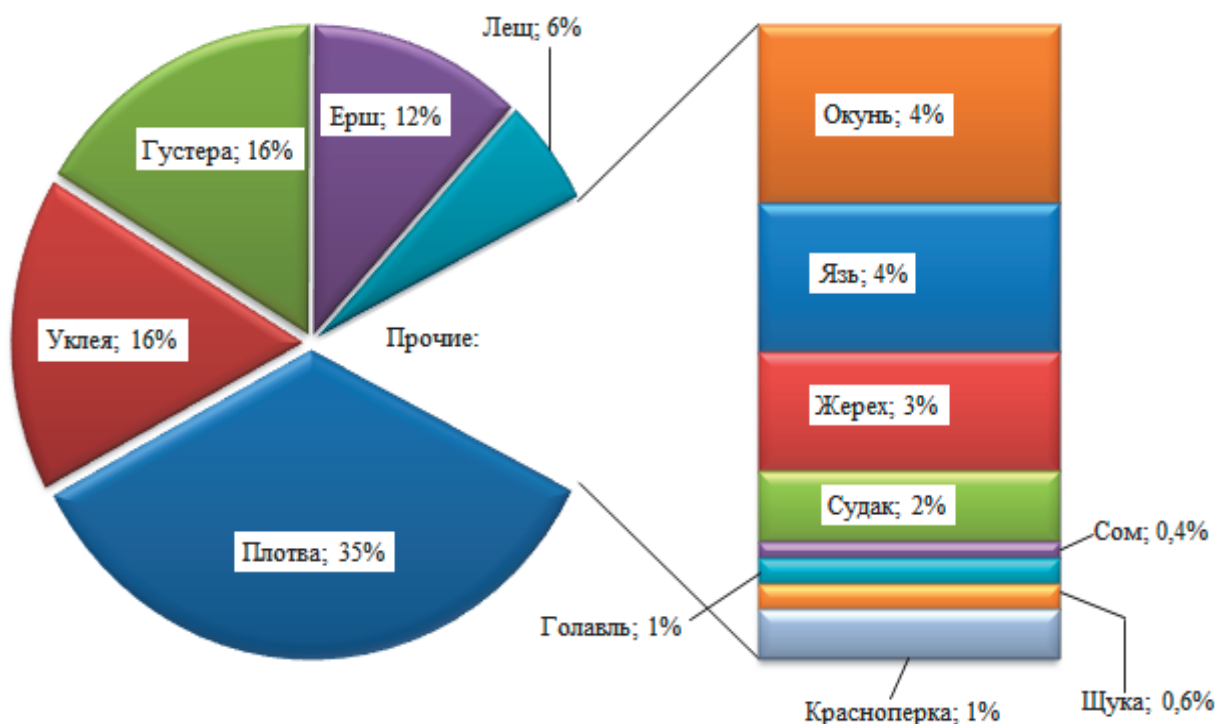


Рис. 1. Видовая структура ихтиоценоза Правдинского водохранилища в 2013 г.

Контрольные обловы проводились разноячейными ставными сетями с шагом ячеи от 14 до 50 мм, в связи с этим целесообразно рассмотреть видовую структуру ставных сетей поячейно.

В 2013 г. в контрольных уловах ставных сетей с ячейей от 14 до 50 мм доминирующее положение занимает плотва с максимальной долей в улове 42 % в сетях с ячейей 40–50 мм (рис. 2). Следует подчеркнуть, что доля плотвы во всех ставных сетях практически одинаковая и составляет в среднем 38 %.

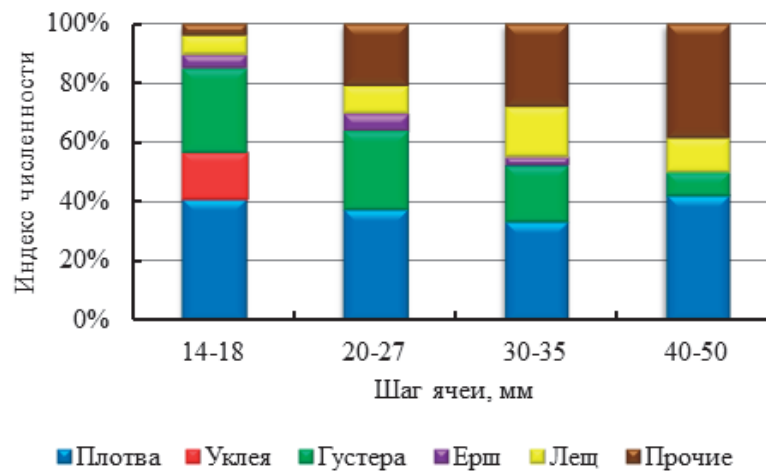


Рис. 2. Структура ихтиоценоза Правдинского водохранилища по данным контрольных обловов 2013 г.

Доля густеры в улове мелкоячейных ставных сетей составляет 28 %. Следует отметить, что доля густеры в уловах уменьшается с увеличением шага ячейки (от 28 до 8 %), то же отмечается и у ерша (от 5 до 3 %). Достаточно высокие значения доли в улове наблюдаются у уклейки и составляют около 16 %. Доля леща в улове увеличивается в ставных сетях с шагом ячейки от 14 до 35 мм (от 7 до 17 %).

Можно сделать вывод, что величина доли плотвы в улове меняется незначительно, а доли уклейки, густеры и ерша уменьшаются с увеличением шага ячейки, что свидетельствует о преобладании мелкоразмерных особей, а у «прочих» видов – наоборот.

Анализ данных размерной структуры плотвы Правдинского водохранилища по итогам контрольных обловов разноячейными ставными сетями показал, что в данном водоеме встречаются особи плотвы длиной от 6 до 33 см с доминированием мелкоразмерных особей длиной 6–7 см, составляющие в среднем по всем сетям различной ячейности не менее 72 % от общей численности плотвы (рис. 3). Следует отметить, что размерная структура плотвы Правдинского водохранилища носит скачкообразный характер.

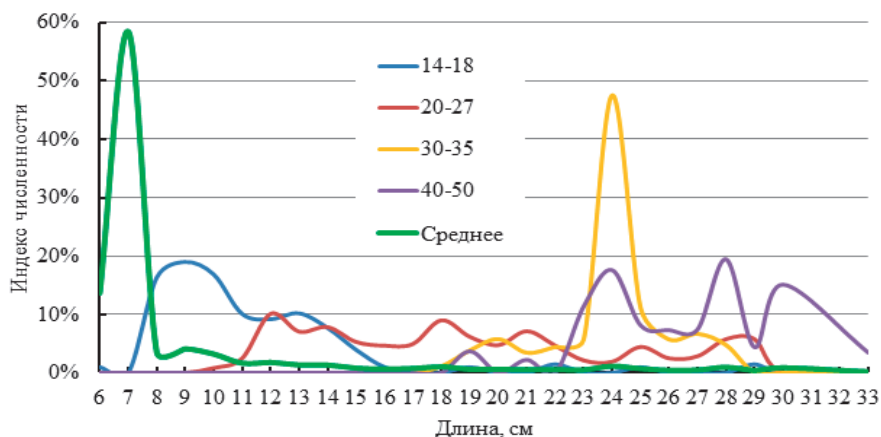


Рис. 3. Размерная структура плотвы Правдинского водохранилища в контрольных уловах 2013 г. ставными сетями различной ячейности

Для более подробного исследования одного из массовых видов Правдинского водохранилища, а именно плотвы, были проанализированы возрастная и половая структуры, а также изменение размерно-весовых показателей.

По данным контрольных обловов 2013 г. разноячейными ставными сетями, плотва Правдинского водохранилища представлена 10 возрастными группами (рис. 4).

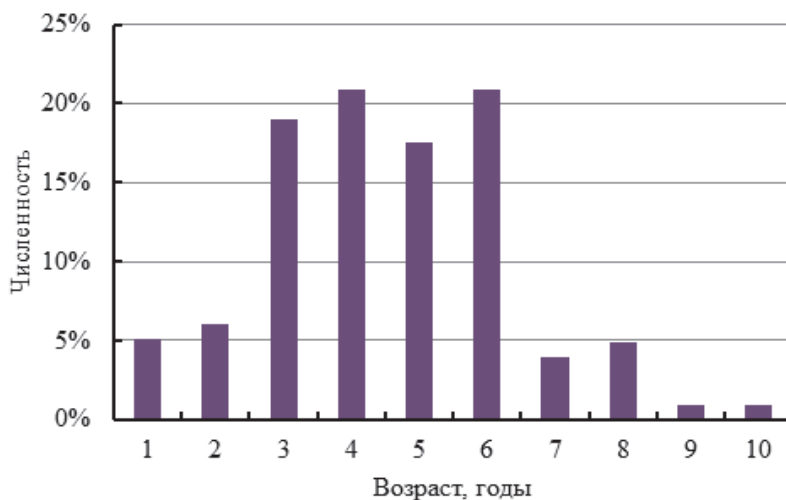


Рис. 4. Возрастная структура плотвы Правдинского водохранилища

Основу улова составляют особи от 3 до 6 лет, составляя при этом в совокупности примерно 78 % от общего улова плотвы. Доля рыб старших возрастов, а именно 7 лет и старше, составляет около 11 %. Наблюдается снижение численности плотвы с возрастом.

Линейный и весовой рост плотвы Правдинского водохранилища представлен на рис. 5.

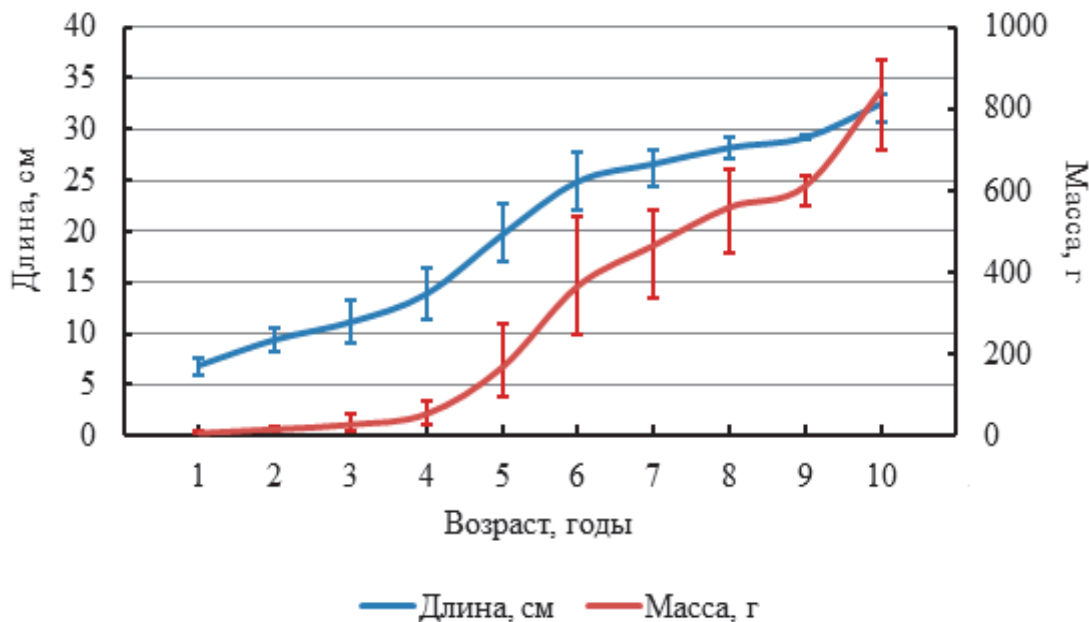


Рис. 5. Линейный и весовой рост плотвы Правдинского водохранилища (планками погрешности указан размах вариации)

Длина плотвы изменяется в пределах от 7 до 32 см, а масса – от 12 до 844 г. Согласно полученным данным длина и масса тела с возрастом увеличиваются. Наиболее интенсивный линейный рост происходит до возраста полового созревания, после с возрастом темпы роста снижаются, что согласуется с темпом популяционного роста плотвы. Весовой рост

характеризуется достаточно интенсивным и равномерным темпом роста. В возрасте 10 лет плотва достигает максимальной средней длины 32 см и массы 844 г.

Половая структура по данным контрольных обловов представлена самками и самцами. В уловах встречаются самцы в возрасте от 1 до 8 лет, а самки представлены особями от 1 до 10 лет (рис. 6).

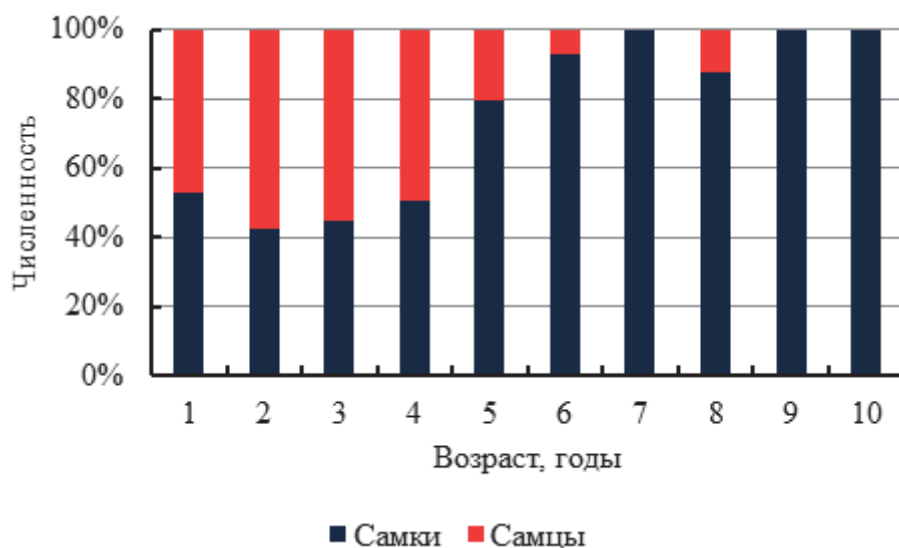


Рис. 6. Половая структура плотвы Правдинского водохранилища

Согласно полученным данным в контрольных уловах в возрасте 2–3 года наблюдается незначительное преобладание самцов над самками (от 56 до 58 % самцов), но с возрастом данная тенденция исчезает, т.е. видим постепенное уменьшение количества самцов, и в 9-годовалом возрасте самцы полностью отсутствуют, поэтому особи плотвы в 9- и 10-годовалом возрасте представлены лишь самками. Это связано с тем, что самцы созревают раньше самок и раньше вступают в состав нерестового стада и имеют меньшую продолжительность жизни. В возрасте от 1 до 4 лет соотношение полов близко 1:1, но с возрастом доля самцов постепенно уменьшается, и соотношение полов в популяции плотвы составляет примерно 1:4.

Проведенные исследования показывают, что в Правдинском водохранилище преобладают мелкоразмерные особи плотвы, которые не представляют собой коммерческого интереса с позиции ее промышленного использования. Но это позволяет рекомендовать ее использование как объект спортивного и любительского рыболовства.

Список литературы

1. Первые результаты ревизии современного состояния ихтиофауны озер Калининградской области / С.В. Шибяев, А.В. Соколов, О.А. Новожилов [и др.] // Материалы VII Междунар. науч. конф. «Инновации в науке и образовании» (Калининград, Россия, октябрь 20–22.2009). – Калининград: ФГБОУ ВПО «КГТУ», 2009. – Ч. 1. – С. 50–51.
2. Руйгите Ю.К. К вопросу о роли густеры (*Blicca bjoerkna* L.) в Правдинском водохранилище Калининградской области // Материалы докл. I Всеросс. конф. с междунар. участием «Современное состояние биоресурсов внутренних водоемов» (Борок, Россия, сентябрь 12–16.2011). – М.: АКВАРОС, 2011. – Т. 2. – С. 674–678.
3. Лончук Е.Н. Структурная характеристика уловов как подход к оценке роли видов в ихтиоценозе Правдинского водохранилища // Материалы докл. II Всеросс. молодежной конф. (Санкт-Петербург, апрель 19–21.2016). – СПб: ФГБНУ «ГосНИОРХ», 2016. – С. 189–196.

4. Алдушина Ю.К. Структурно-биологические параметры рыб Правдинских водохранилищ // Материалы III Междунар. науч. конф. «Водные биоресурсы, аквакультура и экология водоемов» (Калининград, май 26–27.2015). – Калининград: ФГБОУ ВПО «КГТУ», 2015. – С. 10–12.

E.N. Lonchuk, Y.K. Aldushina
FGBOU VO «KSTU», Kaliningrad, Russia

THE ROLE OF THE ROACH (*RUTILUS RUTILUS* L.) IN ICHTHYOCENOSIS OF THE PRAVDINSKOE RESERVOIR OF THE KALININGRAD REGION

According to the data of catches in 2013 from fish nets with different mash, the analysis of structural characteristics of roach of the Pravdinskoe reservoir was considered. The roach of the Pravdinskoe reservoir is the most numerous species in this water body. The small sizes of roach dominate in the Pravdinskoe reservoir.

Сведения об авторе: Лончук Евгений Николаевич, магистр, e-mail: Lon4yk@mail.ru.

УДК 581.526.325.2

О.Л. Лужняк

Азовский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства, Ростов-на-Дону, Россия

ФИТОПЛАНКТОННОЕ СООБЩЕСТВО НИЖНЕГО ДОНА В 2016 ГОДУ

Изучено состояние фитопланктонного сообщества Нижнего Дона весной, летом и осенью 2016 г. Полученные качественные и количественные характеристики фитопланктона свидетельствуют о том, что в нижнем течении р. Дон сложились благоприятные условия для разведения и нагула рыб.

Введение

В условиях современного интенсивного антропогенного воздействия на экосистему бассейна Азовского моря проблема воспроизводства ихтиофауны была и остается актуальной. Зарегулирование главной нерестовой реки Дон плотиной Цимлянского водохранилища, а также сезонное перераспределение стока, вылов производителей на подходах к нерестилищам привели не только к значительному сокращению объемов естественного воспроизводства большинства видов рыб, но и к практически полной утрате мест и условий размножения местных видов рыб. Микроводоросли в водоемах играют роль первичной кормовой базы для малька различных видов рыб, в том числе рыб-хищников и рыб-бентофагов. Исходя из этого целью данного исследования было изучение количественных и качественных характеристик фитопланктона Нижнего Дона.

Результаты

Фитопланктонное сообщество в нижнем течении р. Дон в мае было представлено 60 видами микроводорослей: синезелеными, зелеными, золотистыми, диатомовыми, динофитовыми, эвгленовыми и криптофитовыми. Наибольшее видовое разнообразие было отмечено для диатомовых водорослей. Средняя численность фитопланктона р. Дон в мае составляла 114,5 млн кл/м³. Основным доминантом по численности и биомассе на всех станциях была диатомовая микроводоросль *Aulacosira granulata*. Средняя биомасса фитопланктона составляла 154,1 мг/м³.

В июне фитопланктон Нижнего Дона был представлен синезелеными, зелеными, золотистыми, диатомовыми, динофитовыми, эвгленовыми и криптофитовыми микроводорос-

лями. Всего было определено 67 видов. Наиболее разнообразно в отношении количества видов были представлены диатомовые микроводоросли. Средняя численность и биомасса фитопланктона Нижнего Дона в июне составляли 227,2 млн кл/м³ и 405,4 мг/м³ соответственно. Основу численности и биомассы практически на всех станциях образовывала диатомовая микроводоросль *Aulacosira granulata*.

Видовой состав фитопланктонного сообщества в сентябре был представлен зелеными (28 видов), диатомовыми (23 вида), синезелеными (20 видов), эвгленовыми (7 видов), динофитовыми (3 вида), криптофитовыми (4 вида) и золотистыми – (1 вид) микроводорослей. Основу численности и биомассы на всех станциях составляла синезеленая микроводоросль *Oscillatoria agardhii*. Средняя численность фитопланктона в сентябре составляла 951,3 млн кл /м³, средняя биомасса – 3522,0 мг/м³.

Заключение

Таким образом, исследования фитопланктона нижнего течения р. Дон показали, что акватория реки является благоприятным местом для разведения и нагула рыб. Этому способствуют видовое разнообразие фитопланктона, а также его численность и биомасса. Наиболее востребованными в пищевом рационе рыб являются представители хлорококковых, диатомовых и эвгленовых, которые были обнаружены в разные сезоны во всех районах исследования.

O.L. Luzhnyak

Azov fisheries Research Institute, Rostov-on-Don, Russia

PHYTOPLANKTON COMMUNITY LOWER DON IN 2016

The characteristics of the quality and quantity of phytoplankton obtained in the course of studies suggest that the lower reaches of the Don River has created favorable conditions for the breeding and feeding fish.

Сведения об авторе: Лужняк Ольга Львовна, научный сотрудник лаборатории гидробиологии прикладной экологии, e-mail: lelja2876@mail.ru.

УДК 591.524.12

М.В. Молочинская, Е.В. Смирнова

ФГБОУ ВО «Дальрыбвтуз», Владивосток, Россия

ЗООПЛАНКТОН 2015–2016 ГГ. БУХТЫ СЕВЕРНОЙ СЛАВЯНСКОГО ЗАЛИВА ЗАЛИВА ПЕТРА ВЕЛИКОГО ЯПОНСКОГО МОРЯ

Изучены таксономический состав и динамика численности зоопланктона в б. Северной Славянского залива зал. Петра Великого в летне-осенний период 2015–2016 гг. Выявлено 12 таксономических групп, среди которых самыми массовыми по численности оказались личинки веслоногих ракообразных.

Зоопланктон – одна из наиболее значимых групп организмов любой водной биоты. Особая роль зоопланктона в общем понимании этого термина заключается в том, что он служит важнейшим трофическим звеном между фитопланктоном и гетеротрофами высших трофических уровней, определяющих хозяйственную продуктивность водоема. Понижение биоразнообразия планктона негативно отражается на всех трофических уровнях морской экосистемы [1]. Кроме того, участвуя в процессах круговорота веществ в водоеме и обладая высокими фильтрующими возможностями, зоопланктон повышает самоочищаю-

ший потенциал акватории, способствуя, таким образом, улучшению рекреационных показателей морской среды, наряду с другими сообществами, формирующими экосистему. Хорошо известна роль зоопланктона в питании молоди ценных пород рыб [2, 3].

Бухта Северная Славянского залива отличается богатством и разнообразием обитающих там донных беспозвоночных, рыб, водорослей. В связи с этим необходимо изучение таксономического состава и количественных характеристик зоопланктона бухты.

Целью работы являлось изучение таксономического состава и динамики численности зоопланктона б. Северной в летне-осенний период 2015–2016 гг.

Материалом для данной работы послужили планктонные сборы на акватории б. Северной зал. Петра Великого. Исследования проводились в летне-осенний период 2015–2016 гг. Всего за этот период была собрана и обработана 21 проба зоопланктона (табл. 1). Планктон собирали планктонной сетью «Джеди» с диаметром входного отверстия 21 см из капронового сита № 25. Ловы были вертикальные с разных глубин.

Таблица 1

Материал, положенный в основу работы

Месяц отбора проб	2015 г.	2016 г.
	Количество обработанных проб	
Июнь	1	6
Июль	4	3
Сентябрь	3	-
Ноябрь	4	-

Представителей групп зоопланктона определяли до вида с помощью определителя. Количественная обработка проб зоопланктона проводилась по стандартной гидробиологической методике [4, 5].

Обработка проб заключалась в подсчете количества организмов каждого таксона. Из подготовленной пробы автоматической пипеткой брали порцию планктона объемом 5 мл, переносили ее в камеру Богорова, идентифицировали личинок и подсчитывали под биноклем. Обработку проб осуществляли с использованием бинокля МБС-10 (×25,50).

За период наблюдений 2015–2016 гг. в б. Северной Славянского залива были встречены следующие группы зоопланктона: Copepoda, Cladocera, Hydrozoa, Appendicularia, Chaethognatha, Polychaeta, Gastropoda, Bivalvia, Echinodermata, Decapoda, Cirripedia, Amphipoda (табл. 2, 3).

Таблица 2

Качественный и количественный состав зоопланктона б. Северной зал. Петра Великого в 2015 г.

Видовой состав	Плотность, экз./м ³					
	Ст. 1	Ст. 2	Ст.3	Ст.7	Ст. 11	Ст. 12
1	2	3	4	5	6	7
Copepoda						
<i>Oithona similis</i>	209,8	2429	1322	1412	1131,4	1112,5
<i>Oithona brevicornis</i>	1,8	-	1,2	6	14,4	10,6
<i>Oithona plumifera</i>	-	144,7	85,9	475,6	113,3	26,7
<i>Oithona nana</i>	-	-	28,9	-	14,4	9,9
<i>Calanus sp.</i>	186,3	133	155,4	294,1	369,1	1020
<i>Acartia sp.</i>	-	-	-	5,7	14,4	463,6
<i>Microsetella norvegica</i>	-	-	-	-	-	7,2
Polychaeta						

1	2	3	4	5	6	7
<i>Spionidae spp.</i>	3,6	20,2	19,5	43,2	101,3	160,2
<i>Prionospio sp.</i>	5,4	31,8	34,5	47	41	10,8
<i>Polydora sp.</i>	1,8	17,3	24,6	39,4	14,4	58,5
<i>Aphoroditidae spp.</i>	-	-	16,1	-	-	10
<i>Polydora ciliata</i>	-	-	1,2	-	-	-
<i>Castalia sp.</i>	-	-	-	1,3	-	-
<i>Phyllodocidae spp.</i>	-	-	-	13,7	-	10
<i>Scoloplos sp.</i>	-	-	-	-	4,8	-
<i>Nereis virens</i>	-	-	-	-	-	15
Cladocera						
<i>Podon leuckarti</i>	-	46,3	43,9	129,2	16,8	68,3
<i>Evadne nordmani</i>	1,8	900,4	249,1	44,9	554,8	8,6
<i>Evadne tergestina</i>	-	-	-	1,3	53	2,5
Gastropoda						
<i>Gastropoda family gen. sp.</i>	1,8	240,3	30,6	50,7	50,6	114,7
Bivalvia						
<i>Bivalvia family gen. sp.</i>	3,6	55	12,9	23,5	9,6	19,9
Echinodermata						
<i>Ophiura sarsi</i>	10,8	5,8	16,2	16,4	-	247
<i>Asteroidea spp.</i>	-	-	19,2	6,8	-	2,5
<i>Echinodermata family gen. sp.</i>	-	321,3	201,2	47,7	118,2	-
Appendicularia						
<i>Phritillaria borealis</i>	18	2,9	1,2	6,9	2,4	479,8
Chaetognatha						
<i>Parasagitta elegans</i>	12,6	524	405,8	81,3	224,3	9,8
Hydrozoa						
<i>Obelia flabellata</i>	-	220	40,1	23,4	2,4	13,6
<i>Ophelia limacina</i>	-	-	-	-	-	30
<i>Hydromedusae spp.</i>	-	-	-	-	381,1	-
Decapoda						
(зоea краба)	-	49,2	34,7	8,6	4,8	4,8
Креветка	-	11,5	-	4,1	-	4,8
Amphipoda						
<i>Caprella sp.</i>	-	-	1,4	-	-	-
Actinopterygii						
<i>Engraulis encrasicolus (анчоус)</i>	-	20,2	11,5	2,8	-	-

Таблица 3

**Качественный и количественный состав зоопланктона б. Северной
зал. Петра Великого в 2016 г.**

Видовой состав	Плотность, экз./м ³						
	Ст. 1	Ст. 2	Ст.3	Ст.5	Ст. 7	Ст. 8	Ст. 12
1	2	3	4	5	6	7	8
Copepoda							
<i>Oithona similis</i>	4413	263,3	2510	207,5	3908,4	9134,5	5342,5
<i>Oithona brevicornis</i>	-	-	3,7	5	-	-	-
<i>Oithona plumifera</i>	3586,6	23,3	946,7	13,7	1946	3528,5	2042,5
<i>Calanus sp.</i>	1008,8	278,3	1717	95	286,6	322,7	2255

1	2	3	4	5	6	7	8
<i>Acartia sp.</i>	-	-	1,2	-	-	-	-
Polychaeta							
<i>Spionidae spp.</i>	17,7	8,3	4,8	3,7	-	127,3	37,5
<i>Prionospio sp.</i>	-	-	2,4	3,7	-	-	-
<i>Polydora sp.</i>	4,4	-	6	1,2	1,3	92,6	-
<i>Aphoroditidae spp.</i>	-	-	1,1	-	1,3	-	-
<i>Polydora ciliata</i>	2,2	-	3,6	-	-	-	-
<i>Phyllodocidae spp.</i>	-	-	-	-	-	-	12,5
Cladocera							
<i>Podon leuckarti</i>	453,3	8,3	366	6,2	97,8	295,2	2340
<i>Evadne nordmani</i>	24,4	143,3	160	57,5	9,6	109,9	35
<i>Evadne tergestina</i>	2,2	13,3	45	12,5	-	5,7	-
Gastropoda							
<i>Gastropoda family gen. sp.</i>	1528,8	-	1877	3,7	308,7	639,6	6287,5
Bivalvia							
<i>Bivalvia family gen. sp.</i>	2017,8	20	1312	5	282,5	3646,8	2962,5
Echinodermata							
<i>Ophiura sarsi</i>	2604,4	111,6	483,7	163,7	410,6	972,5	4017,5
<i>Asteroidea spp.</i>	100	5	16	6,2	-	17,3	120
<i>Echinodermata family gen. sp.</i>	17,7	-	65	-	-	-	42,5
Appendicularia							
<i>Phritillaria borealis</i>	191,1	15	123,6	8,7	31,6	52	495
<i>Oikopleura albicans</i>	15,5	-	12	-	-	2,9	52,5
Chaetognatha							
<i>Parasagitta elegans</i>	-	65	199	8,7	73	801,7	115
Hydrozoa							
<i>Obelia flabellata</i>	93,3	-	38,7	10	13,7	356	97,5
<i>Euphura aurata</i>	-	5	1,2	-	-	-	-
Decapoda							
(зоea краба)	-	-	1,2	-	-	8,6	-
Креветка	8,8	10	3,6	2,4	1,3	-	22,5
Actinopterygii							
<i>Engraulis encrasicolus (анчоус)</i>	-	1,6	3,6	-	1,3	-	-
Cirripedia							
<i>Verruca stromia</i>	-	-	2,4	-	-	-	-

Самыми массовыми по численности оказались личинки веслоногих ракообразных *Oithona similis*, относящиеся к отр. Cyclopoida. Личинки этой группы присутствовали в планктоне б. Северной в течение всего периода 2015 и 2016 гг. Наибольшая плотность в 2015 г. наблюдалась на 2-й станции у личинок *Oithona similis* (2429 экз./м³), а в 2016 г. в планктоне преобладали личинки *O. similis* (9134,5 экз./м³) и *Oithona plumifera* (3586,6 экз./м³).

Личинки щетинкочелюстных Chaetognatha в планктоне б. Северной представлены видом *Parasagitta elegans*. В планктоне они наблюдались в течение всего периода исследований. Их общая численность варьировала в пределах 8,7–801,7 экз./м³.

Личинки ветвистоусых Cladocera представлены в планктоне б. Северной видами *Podon leuckarti*, *Evadne nordmani*, *Evadne tergestina*. Максимальная численность отмечена у личинок *Podon leuckarti* (2340 экз./м³). Личинки ветвистоусых Cladocera присутствовали в планктоне в течение всего периода исследований.

Личинки аппендикулярий в 2016 г. были представлены видами *Oicopleura albicans*, *Phritillaria borealis*, в 2015 г. вид *Oicopleura albicans* не присутствовал в планктоне.

Численность планктона в б. Северной претерпевает сезонные и межгодовые колебания, связанные с периодичностью нереста родительских форм. Основным фактором, определяющим эту изменчивость, является годовой цикл изменения температур [6].

За период наблюдений 2015–2016 гг. в б. Северной Славянского залива были встречены следующие группы зоопланктона: Copepoda, Cladocera, Hydrozoa, Appendicularia, Chaetognatha, Polychaeta, Gastropoda, Bivalvia, Echinodermata, Decapoda, Cirripedia, Amphipoda.

Список литературы

1. Долганова Н.Т., Косенок Н.С., Зуенко Ю.И. Особенности летнего зоопланктона в некоторых бухтах побережья Приморья. – Владивосток: ТИНРО-Центр, 2004.

2. Масленников С.И., Корн О.М., Кашин И.А., Мартыненко Ю.Н. Многолетние изменения численности личинок донных беспозвоночных в бухте Алексева острова Попова Японского моря // Биология моря. – 1994. – Т. 20, № 2.

3. Кун М.С. Зоопланктон дальневосточных морей. – Владивосток: ТИНРО-Центр, 1975.

4. Чучукало В.И., Кун М.С. Краткое руководство по определению планктона северо-западной части Тихого океана. – Владивосток: ТИНРО-Центр, 1990.

5. Каредин Е.П. Инструкция по количественной обработке морского сетного планктона. – Владивосток: ТИНРО-Центр, 1982.

6. Касьян В.В. Пространственное распределение и сезонная динамика *Oithona similis* Claus (Copepoda: Cyclopoidea) в Амурском заливе Японского моря. – Владивосток: ИБМ ДВО РАН, 2004.

M.V. Molochinskaya, E.V. Smirnova
Dalrybvtuz, Vladivostok, Russia

ZOOPLANKTON 2015–2016 CABINS OF THE NORTHERN SLAVIC GULF OF THE GULF OF THE GULF OF PETER OF THE GREAT JAPANESE SEA

The taxonomic composition and dynamics of the abundance of zooplankton in the bay of the North Slavic Bay of Peter the Great Bay in 2015-2016 are studied. 12 taxonomic groups were identified, among which the most abundant were the larvae of copepods.

Сведения об авторах: Молочинская Мария, магистр; Смирнова Елена Валерьевна, канд. биол. наук, доцент, e-mail: mashkaban@mail.ru.

УДК 579.68

М.А. Морозова, Я.Н. Фролова
ФГБНУ «Азовский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства»,
Ростов-на-Дону, Россия

УСТОЙЧИВОСТЬ К АНТИМИКОТИКАМ ДРОЖЖЕЙ РОДА *CANDIDA*, ЦИРКУЛИРУЮЩИХ В РЫБОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

Исследован видовой состав и определена чувствительность к антигрибковым препаратам дрожжей р. Candida, циркулирующих в воде хозяйств аквакультуры Ростовской области и Краснодарского края. Чувствительность штаммов к препаратам определяли методом диффузии в агар. Отмечены значительные колебания в степени резистентности Candida spp. к четырем антимикотическим средствам.

Ключевые слова: антибиотикочувствительность, штаммы, кандидоз, препараты, изоляты.

Введение

В последние годы на рыбохозяйственных предприятиях у объектов аквакультуры всё чаще регистрируются инфекционные заболевания, вызываемые условно-патогенными грибами. К данной группе инфекций относится и кандидоз, вызываемый грибами рода *Candida* [2, 3].

Род *Candida* в настоящее время насчитывает более 80 видов. Однако наибольший интерес для ветеринарной микологии и рыбохозяйственной деятельности представляют только 6 видов: *C. albicans*, *C. guilliermondii*, *C. tropicalis*, *C. pseudotropicalis*, *C. krusei*, *C. parakrusei*. Важным аспектом является выделение наиболее значимых видов грибов, присутствующих в воде и способных вызвать заболевания у рыб. Особого внимания заслуживают методы профилактики и лечения микозов. Химиотерапия, проводимая при грибковых инфекциях, не всегда оказывается эффективной, и заболеваемость кандидозом среди представителей многих видов животных [4–7], птиц [8] и рыб [9] возрастает, а многие аспекты данного микоза до настоящего времени ветеринарными специалистами изучены недостаточно. Дополнительная сложность в подборе химиопрепаратов и дальнейшее их применение связаны с увеличением числа резистентных видов микроорганизмов, что угрожает эффективности проводимой терапии [10–12].

Цель работы – оценка устойчивости к антимикотикам условно-патогенных грибов р. *Candida*, циркулирующих в рыбохозяйственных предприятиях.

Задачи исследования – определить распространенность *Candida spp.* в условиях садкового и бассейнового выращивания осетровых рыб. Подобрать наиболее эффективные антимикотические препараты, обладающие выраженным фунгицидным действием в отношении *Candida spp.*

Материалы и методы

На 6 рыбоводных хозяйствах Ростовской области и Краснодарского края в весенне-летний период 2007, 2015–2016 гг. были проведены бактериологические исследования проб воды и осетровых рыб. Пробозабор воды производился из отстойников, бассейнов и садков. У рыб (русский осетр, русско-ленский осетр, севрюга, стерлядь, бестер, белуга) исследовали кровь, жабры, паренхиматозные органы, кишечник и мышечную ткань.

Для выделения и идентификации грибов р. *Candida* проводили посев исследуемого материала на дифференциально-диагностические питательные среды: Сабуро, Кандида и Хромогенный агар. Ферментативную активность грибов определяли на средах с 1%-й пептонной водой и индикатором (Андред, бромтимоловый синий) по общепринятым методикам, но с добавлением 2%-го углевода. Молекулярно-генетический метод исследований (ПЦР-диагностику) использовали для подтверждения принадлежности микроорганизмов к виду *Candida albicans*. Результаты ПЦР-анализа оценивали по наличию или отсутствию на электрофореграмме специфических полос амплифицированной ДНК. Положительными считали образцы, которые содержали специфическую светящуюся полосу (370 п.н.) на уровне фрагмента ДНК возбудителя. Отрицательными считали образцы, которые содержали только полосу внутреннего контрольного образца (730 п.н.).

Для определения чувствительности штаммов дрожжей к противогрибковым препаратам использовали диско-диффузионный метод [13]. Применяемые диски относились к разным (по механизму действия) фармакологическим группам препаратов и содержали различные концентрации действующего вещества (мкг/диск): с амфотерицином В (50 мкг), нистатином (50 мкг), клотримазолом (10 мкг) и флуконазолом (25 мкг). Результаты оценивали по диаметру зоны задержки (отсутствия) роста микроорганизмов вокруг дисков согласно «Инструкции по использованию дисков с противогрибковыми препаратами» Научно-исследовательского центра фармакотерапии (НИЦФ) [14] (табл. 1).

Зоны подавления роста культур дрожжей противогрибковыми препаратами

Противогрибковые препараты в диске	Диаметр зон подавления роста культур, мм		
	устойчивых	промежуточных (чувствительность зависит от дозы)	чувствительных
Амфотерицин В	< 14	-	≥ 14
Нистатин	< 18	-	≥ 18
Клотримазол	< 12	-	≥ 12
Флуконазол	≤ 19	20–28	≥ 19

Результаты и обсуждение

Микологические исследования, проведенные на осетровых заводах Краснодарского края и товарных хозяйств Ростовской области, показали циркуляцию дрожжей р. *Candida* в воде садков и отстойников, поступающей в них из поверхностных водоисточников. Единичные штаммы *Candida spp.* обнаруживали в воде бассейнов и у клинически здоровой молодежи русского осетра, севрюги (жабры, кишечник) и русско-ленского осетра (кишечник).

В летний период (июнь–июль) на одном из осетровых заводов Краснодарского края был зарегистрирован случай кандидоза (кандидамикоза) у сеголетков осетровых, производителей русско-ленского осетра и белуги. Штаммы *C. albicans*, *C. guilliermondii*, *C. tropicalis* выделяли от больных рыб (кровь, кишечник, печень) и в пробах воды. Наличие *Candida albicans* было подтверждено ПЦР-диагностикой. Источником заражения рыб являлась вода из отстойников, которая распределялась в бассейны, где и регистрировали вспышки заболеваний. Гибель сеголетков в бассейнах на момент исследования составляла от 10 до 40 % особей в течение месяца. Диагноз болезни устанавливался комплексно с учетом клинических, морфологических и микологических исследований.

За период исследований был выделен 71 штамм дрожжей р. *Candida* (11 – *Candida albicans*, 11 – *C. krusei*, 14 – *C. tropicalis*, 16 – *C. guilliermondii*, 19 – *C. glabrata*) (табл. 2).

Количество штаммов дрожжей р. *Candida*, выделенных из воды и осетровых рыб на рыбоводных хозяйствах за период исследований

Семейство	Род	Вид	Количество штаммов	
			Вода	Рыба
Cryptococcaceae	<i>Candida</i>	<i>Candida albicans</i>	4	7
		<i>C. glabrata</i>	11	8
		<i>C. guilliermondii</i>	7	9
		<i>C. krusei</i>	6	5
		<i>C. tropicalis</i>	6	8

Оценка эффективности применения антимикотиков (флуконазол, амфотерицин В, клотримазол, нистатин) против выделенных кандид показал, что большинство штаммов обладали чувствительностью. У *C. albicans* она регистрировалась в 100 % случаев к флуконазолу, 65 % – к амфотерицину В и нистатину. У *C. tropicalis* и *C. guilliermondii* чувствительность регистрировалась несколько чаще: флуконазол, амфотерин В, нистатин – 100 %, за исключением устойчивости последнего к клотримазолу. Для штаммов *C. glabrata* данный показатель отмечался в 40 % случаев для флуконазола, 87 % – амфотерицина и 100 % – нистатина. Культуры *C. krusei* имели чувствительность лишь к амфотерицину В (табл. 3).

Чувствительность основных возбудителей кандидоза к противогрибковым препаратам

Candida spp.	Доля культур, %	Чувствительность к противогрибковым препаратам при использовании дисков			
		Флуконазол	Амфотерицин В	Клотримазол	Нистатин
<i>C. albicans</i>	65	S	S	R	S
<i>C. albicans</i>	35	S	R	S	R
<i>C. glabrata</i>	47	R	S	R	S
<i>C. glabrata</i>	40	S	S	S	S
<i>C. glabrata</i>	13	R	R	S	S
<i>C. guilliermondii</i>	100	S	S	R	S
<i>C. krusei</i>	100	R	S	R	R
<i>C. tropicalis</i>	100	S	S	S	S

Примечание. S – чувствительность, R – устойчивость.

Таким образом, проведенные микологические исследования на осетровых заводах Краснодарского края и товарных хозяйств Ростовской области установили циркуляцию дрожжей р. *Candida* как в воде садков и отстойников, поступающей в них из поверхностных водоисточников, так и в организме сеголетков и производителей осетровых. Кандиды, выделенные из воды и организма рыб, были представлены видами: *Candida albicans*, *C. glabrata*, *C. guilliermondii*, *C. krusei*, *C. tropicalis*.

Выводы

Наибольшую активность против исследованных культур р. *Candida* показали препараты из группы полиенов. Несмотря на чувствительность *C. glabrata*, *C. guilliermondii*, *C. tropicalis* *C. albicans* (65 %) к нистатину, применение неадсорбируемых антимикотиков (*in vivo*) при кандидозе кишечника неэффективно. К флуконазолу были чувствительны *C. albicans*, *C. guilliermondii*, *C. tropicalis*. Культуры *C. krusei* имели чувствительность лишь к амфотерицину В. Поэтому целесообразно проведение антибиотикограммы для назначения адекватной терапии при кандидозе.

Список литературы

1. Kwon-Chung K.J. Phylogenetic spectrum of fungi that are pathogenic to humans // *Clinical Infect. Dis.* – 1994. – V. 19. – P. 1–7.
2. Сергеев А.Ю. Защита макроорганизма при кандидозе и возможности иммунокоррекции. Успехи клинической иммунологии и аллергологии. – М., 2001. – Т. 1. – С. 308–328.
3. Себряков Е.В. Кандидамикоз животных // *Ветеринария с.-х животных.* – 2006. – № 5. – С. 25–29.
4. Домницкий И.Ю. Патоморфологические изменения при кандидозе теленка // *Вет. практика.* – СПб. : Ин-т ветеринарной биологии, 2007. – Т. 3 (38). – С. 66–67.
5. Кисленко В.Н. Ветеринарная микробиология и иммунология. – М., 2006. – 184 с.
6. Литвинов А.М. Поверхностный кандидоз плотоядных животных // *Ветеринария.* – 2010. – № 7. – С. 3–5.
7. Лысухо Т.Н. Система ветеринарно-санитарных, профилактических и лечебных мероприятий при кандидамикозе поросят. Актуал. пробл. пр-ва свинины в РФ. – Дон. гос. аграр. ун-т, 2006. – С. 117–118.
8. Гарольд Л. Кандидоз: микоз пищеварительного тракта // *Птицефабрика.* – 2006. – № 8. – С. 48–51.
9. Ожередова Н.А. Кандидамикоз карповых рыб // *Ветеринарный врач.* – 2008. – № 4. – С. 49–52.

10. Анганова Е.В., Курносое А.Д., Самойлова И.Ю. и др. Антибиотикорезистентность бактерий микробиоценозов водных объектов как показатель антропогенной нагрузки на водоем (на примере р. Лены) // Сибирский медицинский журнал. – 2008. – № 1. – С. 75–76.

11. Страчунский Л.С., Богданович Т.М., Козлова С.Н. Состояние антибиотикорезистентности в России // Антибактериальная терапия: практическое руководство / под ред. Страчунского Л.С., Белоусова Ю.Б., Козлова С.Н. – М.: Фарммединфо, 2000.

12. Хвещук П.Ф., Рудакова А.В. Рациональное использование лекарственных средств как основа совершенствования лечебного процесса // Современные технологии диагностики и терапии инфекционных болезней: тез. докл. науч. конф. 27–28 окт. 1999 г. – СПб., 1999. – С. 323–324.

13. Определение чувствительности микроорганизмов к антибактериальным препаратам: метод. указ. – М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004.

14. Инструкция по использованию дисков с противогрибковыми препаратами «Научно-исследовательский центр фармакотерапии (НИЦФ)». – http://www.nicf.spb.ru/diski_i_docs/10.doc.

M.A. Morozova, Ya. N. Frolova
FGBNU «Azov Fisheries Research Institute», Rostov-on-Don, Russia

RESISTANCE TO ANTIMYCOTICS YEAST CANDIDA R. CIRCULATING IN FISHERY ENTERPRISES

The species composition and determine the sensitivity to antifungal drugs of p. Candida yeast circulating water aquaculture farms of the Rostov region and Krasnodar territory. Strain sensitivity to drugs is determined by disc-diffusion method. Significant variations are observed in the Candida resistance to four antimicotic preparations.

Key words: antibiotic sensitivity, strains, candidosis, preparations, isolates.

Сведения об авторах: Фролова Яна Николаевна, старший научный сотрудник лаборатории ихтиопатологии, канд. биол. наук, e-mail: yanchik-frolova@yandex.ru; Морозова Марина Александровна, старший научный сотрудник лаборатории ихтиопатологии.

УДК 597.587.9-1.05(268.45)

А.М. Мухортова, А.В. Барышников, И.И. Лыжов, В.А. Мухин
ФГБНУ «ПИНРО», Мурманск, Россия

БИОХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КАМБАЛ (PLEURONECTIDAE) БАРЕНЦЕВА МОРЯ: GLYPTOCERPHALUS CYNOGLOSSUS, PLEURONECTES PLATESSA И LIMANDA LIMANDA

Проведены исследования биохимических свойств некоторых видов камбал (Pleuronectidae), обитающих в Баренцевом море. Определено содержание воды, липидов, белков, минеральных веществ; изучены фракционный состав белков и липидов, а также содержание аминокислот в белках методами хроматографии.

Ключевые слова: камбалы, Баренцево море, биохимический состав, хроматография

Введение

Представители семейства камбаловые (Pleuronectidae) являются традиционным объектом промысла в Баренцевом море и ценным ресурсом, который используют для изготовления в основном пищевой продукции, в том числе деликатесной. Исследования, проведен-

ные ранее [1], выполнялись главным образом в отношении наиболее популярных промысловых видов, таких как палтус или камбала-ерш, для других представителей семейства данные по биохимическим свойствам весьма скудны и фрагментарны. Большинство исследований посвящены изучению их биологических особенностей и распространения.

Специализированный промысел морской камбалы *Pleuronectes platessa* в Баренцевом море ведется круглогодично, а ее запасы на начало 2016 г. находятся в стабильном состоянии. Вылов в последние годы находится на уровне 7,7 тыс. т, а расчетный промысловый запас в Баренцевом море составляет 78,7 тыс. т [2].

Лиманду *Limanda limanda* специально не вылавливают, тем не менее она часто попадает в трал с прочими донными видами рыб, например, при промысле морской камбалы её доля может достигать до 14,5 % от улова. Общий вылов лиманды в Баренцевом море составляет 600 т, при этом уменьшения запасов этого вида рыб не наблюдается [3].

Специализированный промысел длинной камбалы *Glyptocephalus cynoglossus* российскими судами также не осуществляется. Её добывают в качестве прилова при промысле других видов. Международный вылов составил всего 328 т [4]. В Баренцевом море этот вид камбал встречается редко и в основном в его западной части.

Запасы и вылов длинной камбалы и лиманды относительно морской камбалы сравнительно невелики, и эти виды камбал относят к малоиспользуемым или нетрадиционным объектам промысла.

Непреходящую актуальность имеют исследования по поиску перспективных водных биологических ресурсов (ВБР) для развития пищевой индустрии, определения путей их рационального использования, расширения ассортимента выпускаемой продукции. Это в полной мере относится и к рыбам семейства камбаловых. Для определения наиболее рационального способа использования ВБР, оценки их технологического потенциала для изготовления пищевой, кормовой и технической продукции необходимо проводить комплекс биохимических исследований.

Задачей настоящего исследования являлось определение химического состава и некоторых биохимических особенностей органов и тканей малоизученных представителей семейства Pleuronectidae.

Материалы и методы

Объектами исследования являлись представители семейства Камбаловые (Pleuronectidae): длинная (красная) камбала – *Glyptocephalus cynoglossus*, морская камбала – *Pleuronectes platessa*, лиманда (ершоватка) – *Limanda limanda*.

Сбор гидробионтов проводили в зимний период в научно-исследовательских экспедициях ФГБНУ «ПИНРО». Длинную (красную) камбалу вылавливали в западном районе Баренцева моря (Норвежский желоб), морскую камбалу – в западном районе Баренцева моря (северо-восточный склон Мурманской банки), лиманду – в западно-центральной части, в восточном прибрежном и в районе Северо-Канинской банки Баренцева моря.

Определение массовых долей воды, липидов, белков и минеральных веществ выполняли по стандартным методикам [5, 6].

Аминокислотный состав белков определяли методом хроматографического разделения производных аминокислот, полученных по реакции с ортофталевым альдегидом и β-меркаптоэтанолом. Для количественного анализа аминокислот в белках образцы тканей и органов измельчали, удаляли влагу высушиванием и обезжировали в аппарате Сокслета диэтиловым эфиром, затем проводили гидролиз белков классическим методом [7] соляной кислотой с концентрацией 6 моль/дм³ при температуре 115 °С в течение 24 ч в запаянных стеклянных ампулах.

После гидролиза избыток кислоты удаляли под вакуумом, затем остаток растворяли в 0,05 моль/дм³ растворе уксусной кислоты. Далее аминокислоты модифицировали для получения флюоресцирующих производных по реакции с ортофталевым альдегидом и β-меркаптоэтанолом в растворе 0,1 моль/дм³ тетрабората натрия в течении 1 мин и сразу же

проводили разделение на хроматографической колонке Supelkosil LC-18 (30 см x 4 мм) и с использованием жидкостного хроматографа LC-10Ar фирмы Shimadzu (Япония) с флуориметрическим детектором RF-10 Ax1 (длина волны возбуждения – 340 нм, излучения – 450 нм) смесью ацетонитрил: водный раствор ацетата натрия с градиентом, подобранном экспериментально. Скорость потока элюента – 1,5 см³/мин. Для градуировки хроматографической системы использовали набор аминокислот фирмы Sigma-Aldrich (Германия).

Фракционный состав белков в образцах определяли методом гель-хроматографии низкого давления с использованием аппаратуры Pharmacia LKB Biotechnology (Швеция). В качестве неподвижной фазы в колонке (1,6 x 70 см) использовали Sephadex G-100 Superfine (Швеция), в качестве элюента – 0,15 моль/дм³ раствор хлорида натрия (рН 7). Фракции белков регистрировали с помощью фотометрического детектора на длине волны 280 нм (длина оптического пути – 2 мм). Молекулярную массу (ММ) определяли по градуировочным графикам, построенным с использованием набора стандартных образцов белков фирмы Sigma-Aldrich (Германия) с известными средними ММ [8].

Фракционный состав липидов исследуемых объектов определяли методом тонкослойной хроматографии [9]. Липиды экстрагировали по методу Блайя–Дайэра [6], затем разделяли на пластинках фирмы Merck (Германия) в системе растворителей: гексан: эфир: уксусная кислота (45: 10: 5 (объемные доли)); для фосфолипидов – бутанол: этанол: вода (25: 5: 20 (объемные доли)). Разделенные фракции общих и индивидуальных фосфолипидов проявляли 50%-й H₂SO₄ при нагревании, сканировали с помощью прибора CS-9000 фирмы Shimadzu (Япония) на длине волны 540 нм. Идентификацию фракций осуществляли с помощью стандартов фирмы Sigma-Aldrich (Германия).

Результаты и обсуждение

Результаты исследования по определению содержания воды, липидов, белков и минеральных веществ (зола) в органах и тканях объектов исследования представлены в табл. 1.

По химическому составу мышечной ткани длинная (красная) камбала зимнего периода вылова относится к белковым среднежирным рыбам и содержит в среднем белков – 15,5 %, липидов – 7,80 %. Печень содержит в среднем 40,4 % липидов. Гонады самцов значительно обводнены, доля воды – 85,1 %; липидов – 2,83 %.

Морская камбала зимнего периода вылова также относится к категории белковых среднежирных рыб. Содержание липидов в печени почти в два раза ниже по сравнению с таковой у длинной камбалы.

Химический состав мышечной ткани лиманды мало зависит от района вылова в зимний период и в среднем составляет 17,3–18,3 и 2,07–3,50 % соответственно, что позволяет отнести её к категории среднежирных белковых рыб. Печень характеризуется низким содержанием липидов и белков – 14,5–15,6 и 11,2–12,5 % соответственно. В икре содержится меньше белков, но больше липидов, чем у морской камбалы.

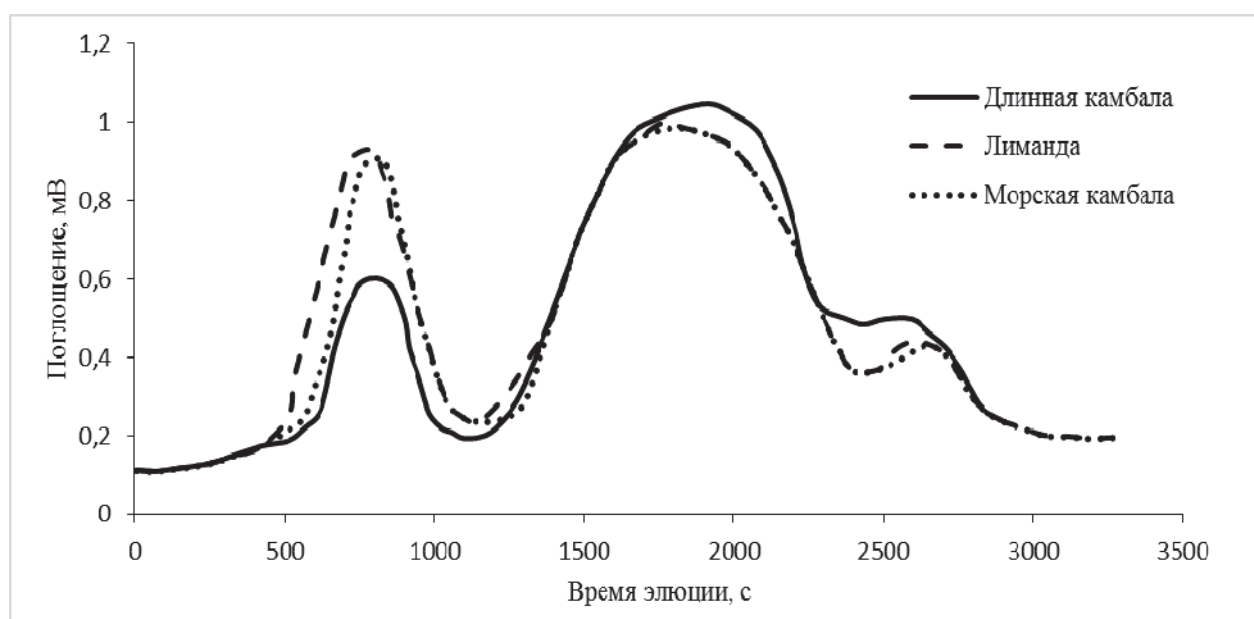
Таблица 1

Химический состав отдельных частей тела исследуемых объектов

Характеристика		Части тела (средняя проба)	Содержание, %			
Длина, см	Пол		Вода	Липиды	Белки	Зола
1	2	3	4	5	6	7
Длинная красная камбала (Норвежский желоб)						
41,0–43,0	Самцы	Мышцы	74,0	7,80	15,5	0,98
		Печень	54,3	40,4	6,81	0,84
		Гонады	85,1	2,83	9,05	1,17
Морская камбала (северо-восточный склон Мурманской банки)						
50,0	Самки	Мышцы	75,9	3,11	17,5	1,0
		Печень	64,4	21,3	11,3	0,95
		Икра	72,5	0,54	22,0	0,64

1	2	3	4	5	6	7
		Внутренности	84,3	1,21	11,4	0,76
Лиманда (Северо-Канинская банка)						
30,5–38,0	Самки	Мышцы	78,0	2,54	18,0	Следы
		Печень	66,7	14,5	11,2	0,36
		Икра	78,4	0,83	16,8	0,89
		Внутренности	82,4	1,41	10,8	1,32
Лиманда (западно-центральный район)						
28,0–38,0	Самки	Мышцы	77,6	2,07	18,3	1,14
		Печень	66,9	15,1	11,6	1,32
		Икра	70,0	2,78	23,4	1,27
Лиманда (восточный прибрежный район)						
35,5	Самки	Мышцы	77,9	3,50	17,3	1,06
		Печень	66,9	15,6	12,5	0,52
		Икра	76,1	1,46	19,2	1,03
		Внутренности	83,4	3,65	10,0	1,17

Профили элюции водорастворимых белков мышечной ткани объектов исследования представлены на рисунке.



Профиль элюции экстракта водорастворимых белков мышечной ткани исследуемых объектов

В мышечной ткани длинной (красной) камбалы фракции с высокой (выше 105,6 кДа) и низкой (ниже 13,7 кДа) ММ близки и составляют 23 и 16,8 % соответственно. Большая часть водорастворимых белков представлена фракцией со средней ММ – 60,2 %.

Мышечная ткань морской камбалы характеризуется преобладанием фракции со средней ММ, её доля составляет 60,7 %. Доля веществ с высокой ММ (выше 114,4 кДа) составляет 33,9 %, доля же веществ с ММ ниже 12,1 кДа незначительна и составляет около 4,4 %.

Мышечная ткань лиманды характеризуется преобладанием фракции со средней ММ, её доля составляет 63,2 %. Доля веществ с высокой ММ (выше 117,1 кДа) составляет 32,7 %, доля низкомолекулярной фракции (ниже 14,3 кДа) – 4,1 %.

Результаты аминокислотного анализа белков представлены в табл. 2.

Аминокислотный состав белков мышечной ткани исследуемых объектов

Аминокислота	Длинная камбала		Морская камбала		Лиманда		«Идеальный» белок, %
	%	мг/100 г мышечной ткани	%	мг/100 г мышечной ткани	%	мг/100 г мышечной ткани	
Незаменимые аминокислоты, в том числе:							
Валин	5,24	812	5,33	933	5,11	920	5,0
Изолейцин	4,35	674	4,45	779	4,21	758	4,0
Лейцин	7,05	1093	7,02	1228	7,07	1272	7,0
Лизин	7,39	1145	6,72	1177	6,36	1145	5,5
Метионин	2,00	310	2,36	413	1,75	316	3,5 (с цистином)
Треонин	4,07	630	4,19	733	4,00	720	4,0
Фенилаланин	4,00	619	3,92	687	3,93	707	6,0 (с тирозином)
Заменимые аминокислоты, в том числе:							
Аланин	5,92	918	6,10	1067	5,88	1058	
Аргинин	6,95	1077	7,01	1227	6,64	1194	
Аспарагиновая	12,77	1979	13,23	2315	12,67	2281	
Гистидин	1,97	305	2,35	411	2,37	427	
Глицин	4,54	704	4,44	777	3,46	623	
Глутаминовая	17,00	2635	16,64	2911	15,83	2850	
Серин	4,63	717	4,86	850	4,52	814	
Таурин	0,67	103	1,03	180	0,96	173	
Тирозин	3,36	521	3,93	687	3,43	618	

Согласно полученным данным белки мышечной ткани длинной (красной) камбалы, морской камбалы, лиманды полноценны, присутствуют все (кроме триптофана, содержание которого не определяли) незаменимые аминокислоты в количествах, соответствующих шкале, разработанной экспертами ФАО и ВОЗ для «идеального белка», оптимального для обеспечения потребностей взрослого человека. Соотношения заменимых аминокислот обычные для костных рыб. В наибольших количествах присутствуют аспарагиновая и глутаминовая аминокислоты.

При исследовании фракционного состава липидов были идентифицированы фракции диглицеридов (ДГ), триглицеридов (ТГ), свободных жирных кислот (СЖК), стеринов и их эфиров, фосфолипидов (ФЛ) (лецитин, кефалин и др.). Результаты исследования фракционного состава липидов представлены в табл. 3.

В липидах мышечной ткани и печени исследованных рыб преобладают ТГ или ФЛ. В гонадах и икре рыб превалируют ФЛ, которые представлены в первую очередь лецитином и кефалином.

В мышечной ткани длинной (красной) камбалы на долю ТГ (6,53 %), СЖК (7,81 %), стеринов (9,30 %) и эфиров стеринов (8,36 %) приходится примерно равное их содержание; среди ФЛ преобладает кефалин (6,24 %). В печени преобладают ДГ – 25,5 %, доля СЖК (7,81 %) и стеринов (9,30 %) примерно равна; среди ФЛ преобладает лецитин – 5,28 %.

Мышечная ткань морской камбалы содержит относительно равное количество ТГ и стеринов – 28,1 и 24,7 % соответственно; на долю ФЛ приходится 10,0 %, из них на кефалин – 5,86 %. В печени преобладают ТГ (12,3 %) и эфиры стеринов (14,0 %); среди ФЛ (15,2 %) – лецитин (4,57 %) и кефалин (9,80 %). В гонадах значительную долю имеют ТГ (47,2 %); среди ФЛ преобладает кефалин (17,7 %).

В липидах печени, мышечной ткани и гонад лиманды разных районов вылова содержание ТГ составило 18,8–35,8 %, СЖК – 6,01–24,8 %, стеринов – 4,82–18,2 %. Доля ФЛ в указанных тканях колеблется в диапазоне 12,6–52,5 % от суммы всех липидов.

Таблица 3

**Фракционный состав липидов исследуемых объектов, % от суммы липидов
(средние значения)**

Вид ткани	Общие липиды					Фосфолипиды			
	ДГ	ТГ	СЖК	стерины	эфиры стеринов	Всего	лецитин	кефалин	другие
Длинная (красная) камбала (Норвежский желоб), самцы									
Мышцы	-	6,53	7,81	9,30	8,36	10,7	1,77	6,24	2,67
Печень	25,5	5,85	9,26	7,71	-	6,41	5,28	1,13	-
Морская камбала (северо-восточный склон Мурманской банки), самки									
Мышцы	-	28,1	11,8	24,7	-	10,0	1,61	5,86	2,51
Печень	-	12,3	6,25	3,92	14,0	15,2	4,57	9,80	0,87
Икра	-	47,2	15,8	10,5	-	23,8	6,15	17,7	-
Лиманда (Северо-Канинская банка), самки									
Мышцы	-	19,6	5,07	9,02	7,80	41,0	18,6	19,7	2,74
Печень	3,16	18,5	13,4	8,74	13,0	42,5	19,3	19,0	4,22
Икра	-	29,0	6,01	9,73	-	46,6	11,5	35,2	-
Лиманда (западно-центральный район), самки									
Мышцы	-	28,0	19,1	13,4	5,80	28,5	11,4	13,9	3,27
Печень	-	27,7	18,2	4,82	9,00	40,0	16,8	18,8	4,30
Икра	-	31,7	20,0	17,8	-	27,6	10,8	13,5	3,38
Лиманда (восточный прибрежный район), самки									
Мышцы	-	18,8	16,4	8,13	-	52,5	20,3	23,4	8,77
Печень	6,43	24,5	24,8	8,65	22,5	12,6	4,08	5,76	2,81
Икра	-	35,8	8,20	18,2	7,84	24,7	12,5	11,1	1,23

Заключение

Нами показано, что представители семейства камбаловых имеют сходный химический состав и биохимические свойства. Исследуемые виды рыб относятся к категории белковых среднежирных (мышечная ткань содержит 15,5–18,3 % белков). Содержание липидов несколько отличается по видам: у морской камбалы и лиманды эта величина составила 2,07–3,50 %, у длинной (красной) камбалы значительно выше – 7,80 %. Мышцы камбаловых обводнены (до 78,0 % воды), что объясняет нежность консистенции и легкую развариваемость мышечной ткани при тепловой обработке.

Печень у камбаловых рыб не крупная и в среднем составляет около 2,0 % массы рыбы, причем у морской камбалы и лиманды она характеризуется невысокой долей липидов (14,5–21,3 %), в отличие от таковой у длинной (красной) камбалы (в среднем около 40,0 %).

Мышечная ткань характеризуется преобладанием белковых веществ со средней ММ (60–63 %). В целом фракционный и аминокислотный составы белков изученных видов практически не различаются. Обращает на себя внимание повышенное содержание биологически ценной фракции фосфолипидов в тканях лиманды по сравнению с таковым у других камбал. Этот факт позволяет предложить использовать ткани лиманды для выделения биологически активных веществ.

Таким образом, малоиспользуемые виды камбал: лиманда (ершоватка) *Limanda limanda* и длинная (красная) камбала *Glyptocephalus cynoglossus*, составляющие суммарно по вылову около 10–15 % от основного промыслового объекта – морской камбалы

Pleuronectes platessa, могут быть также использованы. Их целесообразно направлять в обработку аналогично морской камбале, поскольку их химические и биохимические свойства сходны. Более широкое вовлечение этих объектов в производство в качестве сырья отвечает принципам рациональности и эффективности использования возобновляемых природных ресурсов. Полученные результаты могут быть применены для расчёта технологических процессов, оценки рентабельности производства и качества продукции из малоиспользуемых видов камбал.

Список литературы

1. Технохимические свойства промысловых рыб Северной Атлантики и прилегающих морей Северного Ледовитого океана / Л.Л. Константинова [и др.]. – Мурманск: Изд-во ПИНРО, 1997. – 183 с.
2. Руднев В.Г. Морская камбала // Состояние биологических сырьевых ресурсов Баренцева моря и Северной Атлантики в 2016 г. – Мурманск: Изд-во ПИНРО, 2016. – С. 20–21.
3. Стесько А.В. Распространение и некоторые биологические характеристики лиманды (*Limanda limanda* (L. 1758)) Баренцева моря // Тр. КарНЦ РАН. – Петрозаводск, 2014. – № 2. – С. 108–118.
4. Фомин К.Ю. Камбала длинная Большой Ньюфаундленской банки (микрорайоны ЗНО) // Состояние биологических сырьевых ресурсов Баренцева моря и Северной Атлантики в 2016 г. – Мурманск: Изд-во ПИНРО, 2016. – С. 88.
5. Технохимические исследования рыбы и беспозвоночных: метод. реком. – М., 1981. – 93 с.
6. ГОСТ 7636-85. Рыба, морские млекопитающие, морские беспозвоночные и продукты их переработки. Методы анализа. – Введ. 01.01.1986. – М.: Изд-во стандартов, 1985. – 141 с.
7. Moore. S., Stein W.H. Chromatographic determination of amino acids by the use of automatic recording equipment // *Methods Enzymol.* – 1963. – Vol. 6. – P. 819–831.
8. Laurent T.S., Killander J.A. Theory of gel filtration and its experimental verification // *J. Chromat.* – 1964. – Vol. 14. – P. 317.
9. Руководство по современной тонкослойной хроматографии / под ред. О.Г. Ларионова. – М.: Химия, 1994. – 311 с.

A.M. Mukhortova, A.V. Baryshnikov, I.I. Lyzhov, V.A. Mukhin
PINRO, Murmansk, Russia

BIOCHEMICAL PROPERTIES OF BARETS SEA'S FLOUNDERS (PLEURONECTIDAE): *GLYPTOCEPHALUS CYNOGLOSSUS*, *PLEURONECTES PLATESSA* AND *LIMANDA LIMANDA*

We conducted the investigation of biochemical properties for some flounders (Pleuronectidae) that live in Barents Sea. The content of water, lipids, proteins, minerals in their tissues and organs was studied; fraction content of proteins and lipids and amino acids of proteins was studied by methods of chromatography as well.

Key words: *flounder, Barents Sea, biochemical composition, chromatography.*

Сведения об авторах: Мухортова Анна Михайловна, научный сотрудник лаборатории биохимии и технологии, e-mail: mukhort@pinro.ru; Барышников Андрей Владимирович, канд. техн. наук, научный сотрудник лаборатории биохимии и технологии, e-mail: baryshnikov@pinro.ru; Лыжов Иван Иванович, младший научный сотрудник лаборатории биохимии и технологии, e-mail: lyzhov@pinro.ru; Мухин Вячеслав Анатольевич, доктор биол. наук, заведующий лабораторией биохимии и технологии, e-mail: vmukhin@pinro.ru.

В.А. Надточий, Е.В. Ревенко, С.А. Нужденко
ФГБНУ «ТИНРО-Центр», Владивосток, Россия

СОСТАВ, СТРУКТУРА И СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ РЕСУРСОВ БРЮХОНОГИХ МОЛЛЮСКОВ СЕМ. VUCCINIDAE В АНАДЫРСКОМ РАЙОНЕ БЕРИНГОВА МОРЯ

На основании анализа 103 донных тралений (дт/тм – 27,1/24,4, 16,26 м²) в диапазоне глубин 20–180 м приводятся сведения о видовом составе, особенностях распределения и ресурсах брюхоногих моллюсков сем. Vuccinidae. Показано, что величина общей биомассы варьировала от 0,5 до 4054 кг/км². Средняя общая биомасса составила 189,4±52,5 г/м². Общий ресурс – около 21 тыс. т., промысловый – 17 тыс. т. В составе семейства идентифицировано 23 вида моллюсков. Выяснено, что основу биомассы (88 %) обследованного района формируют представители рода *Neptunea*, представители рода *Vuccinum* – 7 %. Три вида *N. behringiana*, *N. heros* и *N. pribiloffensis* слагают 86 % общей биомассы и 100 % промыслового запаса трубочей обследованной акватории.

Брюхоногие моллюски сем. Vuccinidae (трубачи) – одно из самых обильных видами семейств, широко распространенных во всех дальневосточных морях. Его представители занимают почти все виды биотопов, заселяют как прибрежную зону морей и океанов, так и морские глубины и области открытого моря. Трубачи играют важную роль в донных биоценозах, относительно крупные размеры и продолжительный срок жизни делают виды данного семейства индикаторами гидрологического режима придонных вод, некоторые представители используются как модельные объекты при изучении продукционных процессов в популяциях. И наконец, моллюски этого семейства (представители родов *Neptunea* и *Vuccinum*) являются важными промысловыми объектами и в настоящее время имеют определенное промысловое значение. В имеющейся на сегодняшний день литературе дается общее представление об их видовом составе, морфологии, зоогеографической и филогенетической принадлежности [1–3]. Публикаций о распределении отдельных видов, структуре их скоплений и ряде других экологических аспектов не так много, а те, что имеются, касаются Охотского и Японского морей [4–7]. Восполнить этот пробел и призвано наше сообщение.

Материал был собран сотрудниками ТИНРО-Центра в июле–августе 2015 г. во время проведения донной траловой съемки на НИС «ТИНРО». Тралом дт/тм – 27,1/24,4 с площадью горизонтального раскрытия 16,26 м² было выполнено 103 траления в интервале глубин 20–180 м (в основном 20–80 м). Биомассу (М) каждого вида или группы животных на единицу обловленной площади для каждой траловой станции вычисляли по формуле

$$M = \frac{m}{S} = \frac{m}{1.852vt0.001a},$$

где m – масса вида или группы в улове; S – площадь, обловленная во время траления; v – скорость траления (уз); t – продолжительность траления (ч); a – горизонтальное раскрытие трала (м); 1,852 – число километров в морской миле; 0,001 – число километров в метре.

Ресурс трубочей был рассчитан с помощью диаграмм Вороного [8]. В Анадырском районе трубачи встречались во всем диапазоне обследованных глубин 20–180 м, а их пространственное распределение носило мозаичный характер (рис. 1).

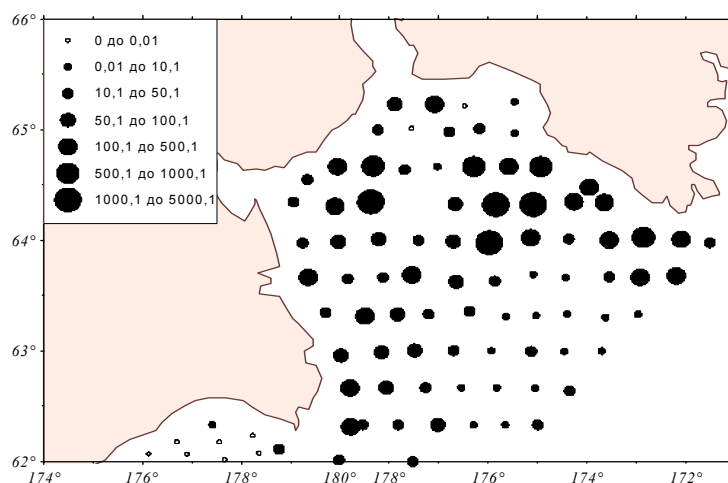


Рис. 1. Распределение общей биомассы (кг/км²) брюхоногих моллюсков сем. Buccinidae в Анадырском районе

Величины уловов колебались в пределах от 0,5 до 4054 при среднем $189,4 \pm 52,5$ кг/км². Повышенные концентрации моллюсков с биомассой свыше 900 кг/км² были отмечены в северной части района, где в интервале глубин 50–84 м и илистом грунте на значительной площади дна были отмечены уловы с величиной удельной биомассы 937–4054 кг/км². Ее основу (95 % и более) составляли *Neptunea heros* и *N. behringiana*. К периферии района уловы постепенно снижались и на остальной обследованной площади в основном не превышали 10 кг/км² (рис. 1).

Всего в районе было идентифицировано 23 вида моллюсков-трубачей, из них 8 видов букцинумов, 5 видов нептуней, 3 вида воллютопсиусов, 2 вида берингиусов и по одному представителю родов аулакофузус, клинопегма, латисифо, пирулофузус и плицифузус (табл. 1).

Таблица 1

Видовой состав трубачей и их количественные характеристики в Анадырском районе Берингова моря

Виды	Удельная биомасса, кг/м ²	Доля, %	Min	Max	Диапазон глубин, м	ЧВ, %
1	2	3	4	5	5	7
<i>Aulacophusus ombronius</i>	0,03 ± 0,02	0,0	0,4	1,74	91-141	3,3
<i>Beringius beringii</i>	2,7 ± 1,16	1,4	0,65	83,79	31-141	19,6
<i>B. stimpsoni</i>	2,05 ± 1,31	1,1	2,07	107,77	47-78	9,8
<i>Buccinum angulosum</i>	5,39 ± 2,64	2,8	0,67	200,31	22-141	40,2
<i>B. elatior</i>	0,24 ± 0,11	0,1	0,63	6,33	70-89	9,8
<i>B. oedematum</i>	1,97 ± 1,43	1,0		130,63	78-141	10,9
<i>B. plectrum</i>	0,16 ± 0,09	0,1	0,72	7,40	32-134	5,4
<i>B. polaris</i>	3,63 ± 1,26	1,9	0,38	82,74	48-88	38,0
<i>B. polium obsoletum</i>	0,01 ± 0,01	0,0	1,35	1,35	51-51	1,1
<i>B. scalariforme</i>	1,81 ± 0,91	1,0	0,26	65,32	68-141	21,7
<i>Buccinum sp.</i>	0,06 ± 0,03	0,0	0,34	2,41	49-185	6,5
<i>Clinopegma magna</i>	1,12 ± 0,43	0,6	1	29,25	84-163	17,4
<i>Latisipho hypolispus</i>	0,14 ± 0,1	0,1	0,23	9,00	78-141	7,6
<i>Neptunea behringiana</i>	76,43 ± 35,31	40,4	1,80	3135,20	20-141	52,2

1	2	3	4	5	6	7
<i>N.c. communis</i>	2,51 ± 1,23	1,3	0,19	101,24	36-131	33,7
<i>N. heros</i>	68,31 ± 18,48	36,1	1,52	1122,66	20-91	50,0
<i>N. lyrata</i>	0,24 ± 0,17	0,1	1,4	13,50	131-141	3,3
<i>N. pribiloffensis</i>	19,1 ± 8,61	10,1	1,51	764,94	68-185	26,1
<i>Pyrulofusus deformis</i>	0,74 ± 0,39	0,4	2,02	32,58	36-91	8,7
<i>Plicifusus kroyeri</i>	1,06 ± 0,55	0,6	0,02	45,00	49-141	16,3
<i>Volutopsius castaneus</i>	0,75 ± 0,41	0,4	3,15	33,75	36-91	6,5
<i>V. fragilis</i>	0,29 ± 0,18	0,2	2,09	11,97	74-134	4,3
<i>V. middendorffi</i>	0,59 ± 0,27	0,3	1,33	20,68	66-141	8,7
<i>Всего:</i>	189,35 ± 52,5	100,0	0,45	4054,03	22-185	97,8

Представители нептуней формировали 88 % биомассы моллюсков, букциниды – 7 %, совокупная доля остальных моллюсков составила 5 % и варьировала в пределах 0,1–1,4 %. Среди букцинумов можно выделить два вида – *Buccinum angulosum* и *B. polaris*. Они встречались достаточно часто, но промысловых скоплений не создавали. Основу биомассы Анадырского района составляют нептуней, точнее их три вида. Здесь преобладали из нептуней *Neptunea behringiana* (40,4 %), *N. heros* (36,1 %) и *N. pribiloffensis* (10,1 %), вместе формирующие 86,6 % общей биомассы трубачей (табл. 1).

Neptunea behringiana – ведущий по биомассе и частоте встречаемости вид, его средняя биомасса составила $76,4 \pm 35,3$ кг/м², а величина биомассы колебалась в пределах 1,8–3135,2 кг/м². Встречался моллюск на 52% станций в интервале глубин 20-85 м, а его пространственное распределение практически повторяло распределение общей биомассы трубачей (рис. 2).

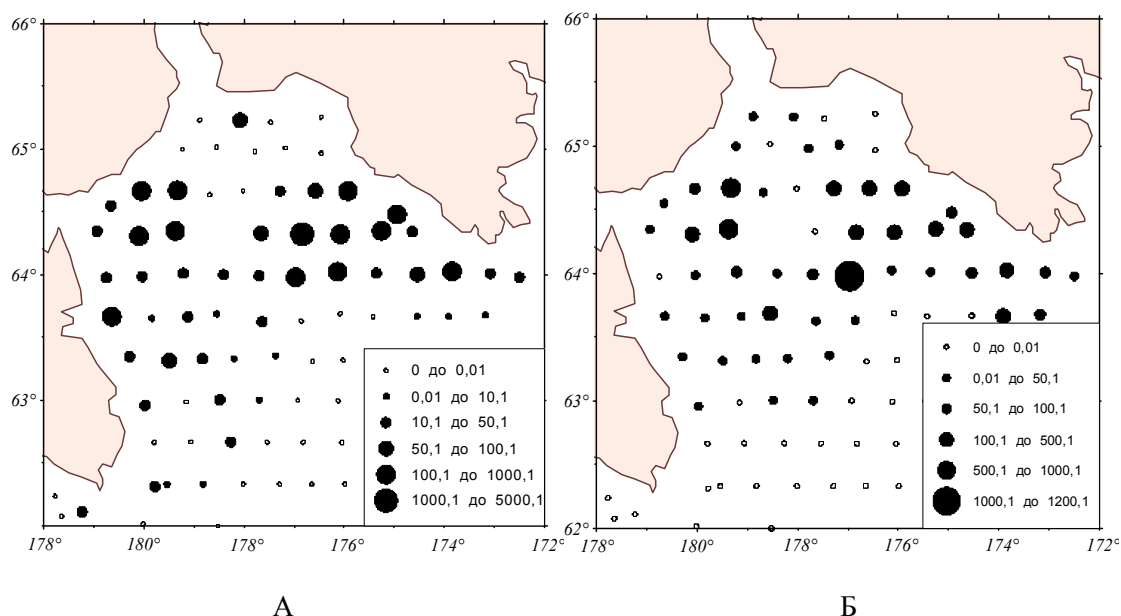


Рис. 2. Распределение биомассы (кг/км²) нептуней берингоморской (А) и нептуней крепкой (Б) в Анадырском районе

Neptunea heros – второй по величине средней биомассы $68,3 \pm 18,5$ кг/м² и частоте встречаемости 50 % вид. Его биомасса колебалась в пределах 1,8–3135,2 кг/м² в диапазоне

глубин 20–85 м. Пространственное распределение было похоже на таковое предыдущего вида (рис. 2). Основные скопления обоих моллюсков располагаются севернее 64-й параллели и приурочены к узкому диапазону глубин – 65–80 м.

Третий доминирующий вид – *Neptunea pribiloffensis* ($19,1 \pm 8,6$ кг/км²; 10,1 %). Этот вид встречался в диапазоне глубин 68–163 м, а величина биомассы колебалась в пределах 1,5–764,9 кг/км². Наиболее значительные скопления (400–700 кг/км²) были приурочены к интервалу глубин 90–160 м. Этот вид тяготеет к большим глубинам, чем два предыдущих, поэтому встречался в глубоководной части района южнее мыса Наварин (рис. 3).

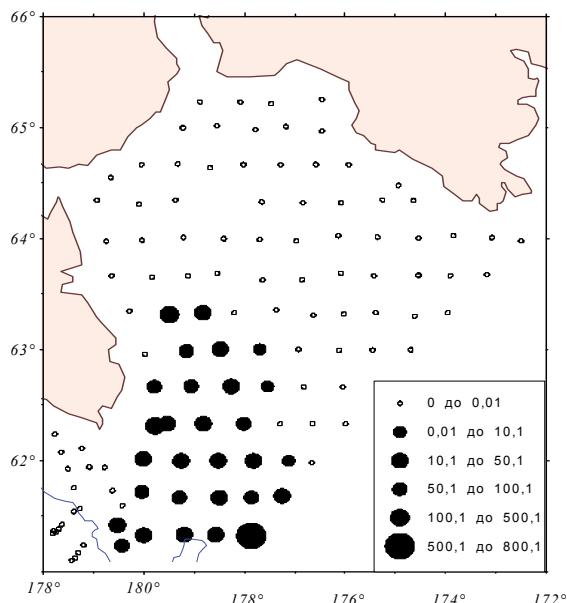


Рис. 3. Распределение биомассы (кг/км²) нептунеи Прибылова в Анадырском районе

Моллюскам рода *Vissium* в северо-западной части Берингова моря свойственны относительно небольшие размеры. В Анадырском районе высота раковины моллюсков изменялась в пределах 37–90 мм при средней 58,9 мм. В уловах доминировали особи с ВР 75–85 мм (51,4 %), а доля моллюсков, достигших промысловой меры (70 мм по высоте раковины), составила всего 22,4 %. Это связано в первую очередь с тем, что в Анадырском районе доминируют более холододлюбивые «тугорослые» высокобореально-арктические виды – *V. polaris* и *V. angulosum* (рис. 4).

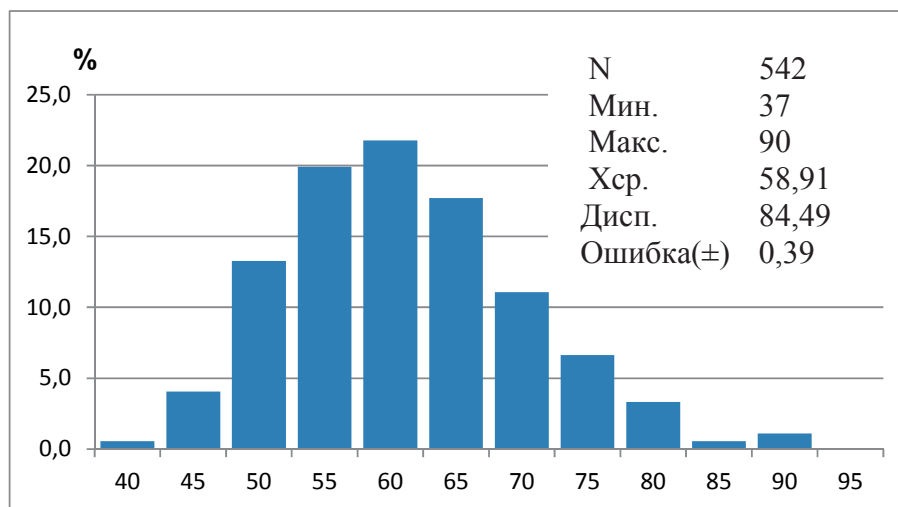


Рис. 4. Размерный состав брюхоногих моллюсков рода *Vissium* в Анадырском районе

Представители рода *Neptunea* характеризуются более крупными размерами. Высота раковины нептуней в Анадырском районе изменялась в диапазоне от 18 до 170 мм при средней 97,6 мм. В уловах доминировали особи с ВР 90–110 мм, составляя 66,6 % от общего числа особей, а их промысловая доля составила 95,4 % (рис. 5).

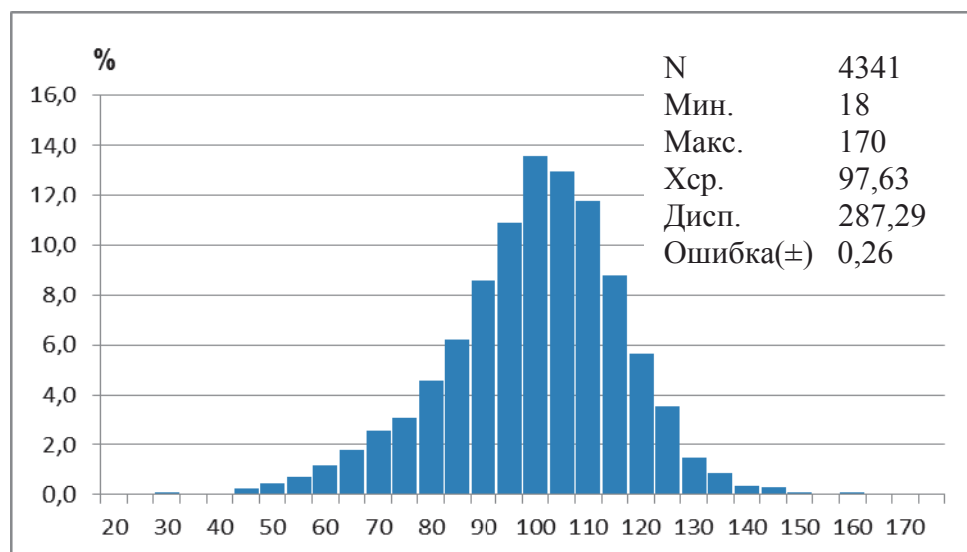


Рис. 5. Размерный состав брюхоногих моллюсков рода *Neptunea* в Анадырском районе

Валовая биомасса (ресурс) брюхоногих моллюсков-букцинид в 2015 г. составила порядка 21 тыс. т при коэффициенте уловистости трала, равном 1, а с учетом обычного для них коэффициента уловистости трала 0,5 – порядка 42 тыс. т (табл. 2). Как показали наши исследования, в Анадырском районе Берингова моря 86,1 % валовой биомассы букцинид формируется за счет представителей рода *Neptunea*, а точнее трех видов этого рода: *Neptunea behringiana* (41,6 %), *N. heros* (33,1 %) и *N. pribiloffensis* (11,4 %). Из анализа имеющегося материала видно, что у видов р. *Buccinum* низкая величина запаса и отсутствие плотных концентраций сочетаются с достаточно мелкими размерами особей, что свидетельствует о нерентабельности их промысла. Учитывая вышесказанное, а также принимая во внимание, что доля непромысловых особей у видов рода *Neptunea* составляет порядка 4,6 % (рис. 5), получаем промысловый ресурс трубочей для Анадырского района, который будет равен порядка 17 тыс. т при коэффициенте уловистости 1.

Таблица 2

Валовая биомасса (ресурс) брюхоногих моллюсков-трубочей в Анадырском районе Берингова моря

Виды	Площадь, км ²	Ресурс, т	Доля, %
<i>Neptunea heros</i>	52910	6963	33,1
<i>Neptunea pribiloffensis</i>	32156	2408	11,4
<i>Neptunea behringiana</i>	57032	8751	41,6
<i>Buccinum oedematum</i>	13863	255	1,2
<i>Volutopsius castaneus</i>	4894	45	0,2
Прочие	-	526	2,5
Все букциниды	112606	21036	100,0

Таким образом, в Анадырском районе Берингова моря идентифицировано 23 вида брюхоногих моллюсков сем. *Buccinidae*, которые были распространены по всей обследованной акватории, встречались во всем диапазоне глубин и присутствовали практически во всех уловах трала (ЧВ = 97 %). Величина их биомассы колебалась в пределах 0,5–4054 при

среднем значении $189,4 \text{ кг/км}^2$. Представители рода нептуinea формировали 88 % общей биомассы трубачей, из которых 86,6 % приходилось на три вида: *N. behringiana* (41,6 %), *N. heros* (33,1 %) и *N. pribiloffensis*. Моллюски рода *Buccinum* слагали 7 % общей биомассы трубачей, доля остальных видов была незначительной.

Средний размер букцинумов составил 58,9 мм, а доля промысловых особей всего 22 %. Это связано с тем, что в Анадырском районе доминируют холодолюбивые «тугорослые» высокобореально-арктические виды. Средний размер нептуней составил 97,6 мм, и подавляющее большинство особей имели промысловые размеры.

С учетом обследованной площади, равной $112,6 \text{ тыс. км}^2$, общий ресурс трубачей в Анадырском районе Берингова моря составил 21, а промысловый – порядка 17 тыс. т.

Список литературы

1. Ушаков П.В. Фауна Охотского моря и условия ее существования. – М.: АН СССР, 1953. – 457 с.
2. Голиков А.Н. Брюхоногие моллюски рода *Neptunea* Volten. Фауна СССР. – М.; Л.: АН СССР, 1963. – Т. 5, вып. 1. – 217 с.
3. Голиков А.Н. Моллюски *Buccininae* Мирового океана. Фауна СССР. – Л.: Наука, 1980. – Т. 5, вып. 2. – 508 с.
4. Пискунов А.И. Летнее распределение массовых видов брюхоногих моллюсков семейства *Buccinidae* у восточного побережья Сахалина // Исследования по биологии рыб и промысловой океанографии. – Владивосток: ТИНРО, 1979. – Вып. 10. – С. 52–59.
5. Клитин А.К. О брюхоногих моллюсках сем. *Buccinidae* охотоморского склона о. Парамушир // Вестн. Сахалинского музея. Ежегодн. Сахалинского обл. краеведческого музея. – 2006. – № 13. – С. 253–256.
6. Клитин А.К., Смирнов И.П., Кочнев Ю.Р. Брюхоногие моллюски сем. *Buccinidae* в траловых уловах у северных курильских островов // *Ruthenica*. – 2008. – Vol. 18, No. – 2. – P. 39–50.
7. Овсянников В.П. Особенности встречаемости брюхоногих моллюсков северной части Охотского моря в траловых и ловушечных уловах // Изв. ТИНРО. – 2009. – Т. 157. – С. 145–153.
8. Препарата Ф., Шеймос М. Вычислительная геометрия: введение. – М.: Мир, 1989. – 487 с.

V.A. Nadotchiy, E.V. Revenko, S.A. Nuzhdenko
TINRO-Center, Vladivostok, Russia

COMPOSITION, STRUCTURE AND CONTEMPORARY STATUS OF THE RESOURCES OF THE GASTROPOD MOLLUSKS OF THE FAM. BUCCINIDAE IN ANADYR REGION OF BERING SEA

*Data on the species composition, distribution patterns and resources of gastropods of the family Buccinidae is given based on the analysis of 103 bottom trawls in the depth range of 20–180 m. It was shown that the total biomass ranged from 0.5 to 4054 kg/км^2 . The average total biomass was $189.4 \pm 52.5 \text{ g/m}^2$. The total resource is about 21 thousand tons, commercial resource – 17 thousand tons. 23 species of mollusks were identified. It was found out that the basis of biomass (88 %) of the surveyed region is formed by representatives of the genus *Neptunea*, while representatives of the genus *Buccinum* formed 7 %. Three species of *N. behringiana*, *N. heros* and *N. pribiloffensis* comprise 86 % of the total biomass and 100 % of the commercial stock of trumpeters in the surveyed water area.*

Сведения об авторе: Надточий Евгений Викторович, зав. лабораторией.

В.А. Наумов
ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет»,
Калининград, Россия

ОСОБЕННОСТИ ВЕСЕННЕГО ПОЛОВОДЬЯ МАЛОЙ РЕКИ ЗЛОЙ

Рассмотрены изменения прохождения весеннего половодья малых водотоков Калининградской области на примере р. Злой. Отмечено незначительное возрастание максимальных годовых уровней воды в пределах статистической погрешности. Данные 2008–2014 гг. показывают в большинстве случаев 2–3 пика уровня с января по март, реже в апреле.

Введение

В работах по водным биоресурсам (см. [1–3] и библиографию в них) исследовано влияние гидрологических условий на естественное воспроизводство рыбных запасов в реках. Установлено, что среди основных факторов важную роль играют сроки, продолжительность и уровни весеннего половодья. В частности, в [3] показано влияние половодья на характеристики нерестово-выростных участков (НВУ) в различных по гидрологии речных и озерно-речных системах. Площадь НВУ атлантического лосося является комплексным фактором, интегрирующим многие гидрологические и биологические факторы, определяющие условия существования лососевых популяций. В [2] показано, что снижение весеннего стока Волги приводит не только к сокращению сроков заливания нерестилищ и совмещению сроков и мест нереста массовых видов рыб, но и к существенному смещению сроков и характера прохождения преднерестовых миграций. В данной статье рассмотрены изменения в последние десятилетия прохождения половодья малых водотоков Калининградской области на примере р. Злой.

Характеристика объекта исследования

Река Злая является водным объектом рыбохозяйственного значения первой категории [4]. Протекает по Шушепе-Неманскому озерному району, территориям Черняховского, Неманского, Славского районов Калининградской области [5]. Река Злая является правым притоком р. Ржевка (17 км от устья). Река Ржевка является притоком р. Немонин, впадающей в Куршский залив. По берегам реки расположены населенные пункты Воротыновка, Покровское, Вишневое, Жилино, Зайцево, Новоколхозное, Приозерье. Исток реки находится неподалеку от пос. Воротыновка Черняховского района. В р. Злую впадает много небольших рек и ручьев, не имеющих названия. В 3 км от устья по левому берегу в нее впадает р. Бударка-Овражная длиной 20 км [6]. Долина р. Злой пойменная. В устьевой части р. Злая протекает по польдерам, где уровень земли находится ниже отметки уровня моря. Здесь она служит водоприемником дренажной системы польдеров [7]. Густота речной сети 1,34 км/км². Средний годовой сток 7 л/с с км². Длина реки $L = 62$ км, площадь бассейна $A = 292$ км², средний уклон водной поверхности $J = 0,97$ ‰.

Данные о максимальных уровнях р. Злой

Пост Калининградского ЦГМС действует на р. Злой в с. Приозерье с 1961 г. по настоящее время. Отметка нуля поста соответствует –2,31 м БС. Данные о максимальных уровнях р. Злой в 1961–1985 гг. были опубликованы в Гидрологических ежегодниках (см. [8] и др.). Данные о ежедневных уровнях воды в 2008–2014 гг. по указанному посту предоставлены автоматизированной информационной системой государственного мониторинга водных объектов [9]. За остальные годы максимальные уровни были выбраны из таблиц с ежедневными значениями, хранившимися на интернет-ресурсе [10]. К сожалению, в настоящее время интернет-ресурс [10] не работает, доступ на него закрыт.

На рис. 1 показаны ежегодные максимальные уровни р. Злой и линейный тренд [11]:

$$H = f(t) = -267,8 + 0,442 \cdot t . \quad (1)$$

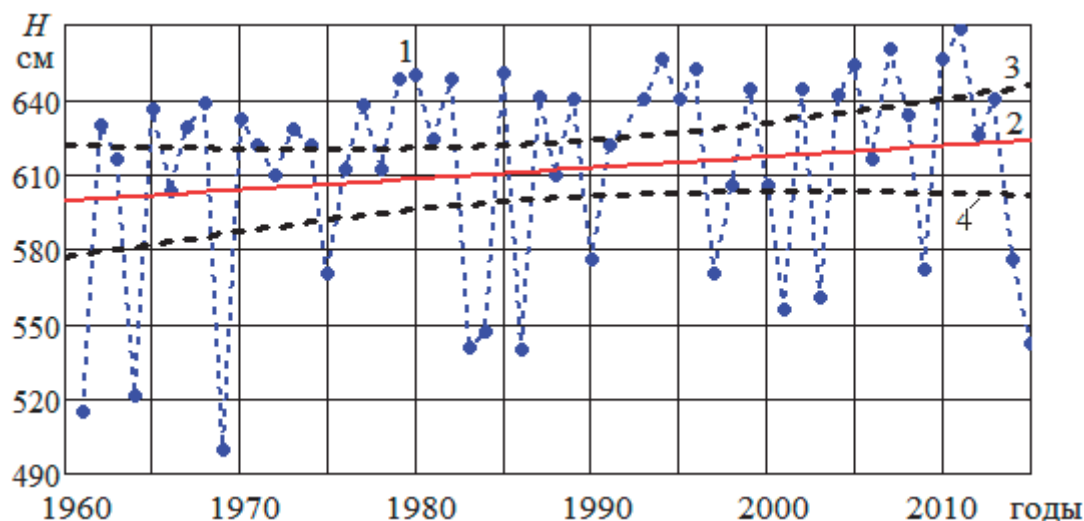


Рис. 1. Максимальные уровни р. Злой (с. Приозерье): 1 – результаты наблюдений; 2 – линейный тренд (1); 3 и 4 – границы доверительного интервала линейного тренда

Доверительный интервал на рис. 1 показывает, что возможно незначительное возрастание максимальных годовых уровней реки Злой или $H(t) = \text{const}$, что согласуется с выводами, сделанными в [11].

Анализ характеристик весеннего половодья последнего десятилетия

За последние 50 лет отмечаются заметные изменения прохождения весеннего половодья на реках Калининградской области, что связано с климатическими изменениями. В 60–70-е годы прошлого века чаще всего наблюдались пик уровня воды половодья в марте–апреле и несколько подъемов воды во время летне-осенних паводков. На рис. 2–4 видно, что в настоящее время может быть два пика уровня (а в 2014 г. даже три, рис. 4) с января по март, реже в апреле.

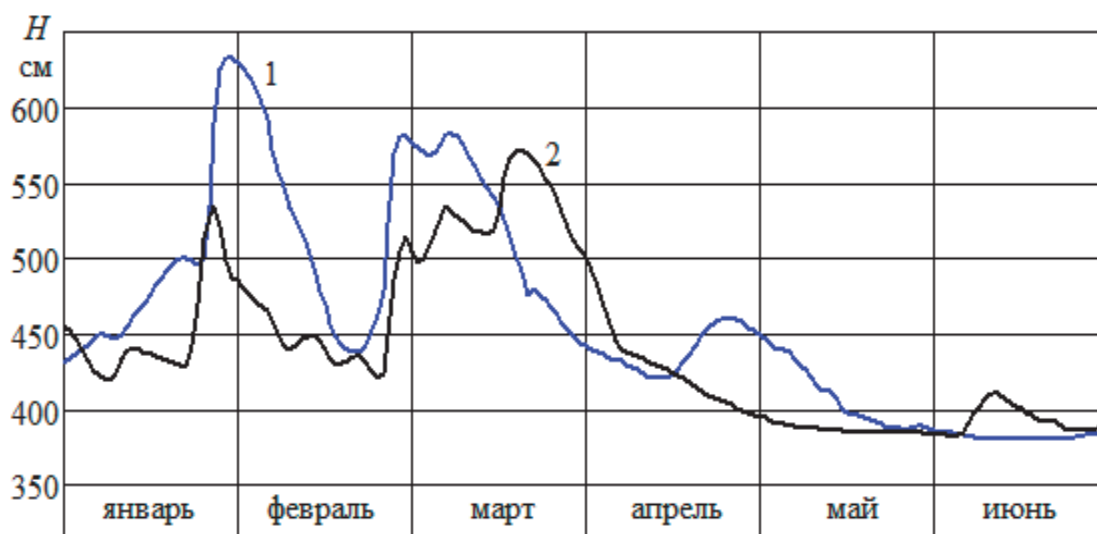


Рис. 2. Ежедневные уровни р. Злой (Приозерье) в первой половине года: 1 – 2008, 2 – 2010 гг.

Для выяснения причин указанного явления на рис. 4 нанесены максимальные и минимальные суточные температуры воздуха в бассейне реки. В 2014 г. на р. Злой в начале января была оттепель до $+8\text{ }^{\circ}\text{C}$, наблюдался первый подъем уровня воды. В середине января температура упала ниже минус $10\text{ }^{\circ}\text{C}$, с 23 января был ледостав. Новая оттепель началась в первой декаде февраля, 8–12 февраля отмечены течение воды поверх льда и второй пик уровня воды. В начале марта ночные температуры были отрицательными, таяние снега и льда существенно замедлилось, уровень воды в реке снизился. Третий пик половодья наступил в конце марта, когда дневная температура воздуха поднялась выше $+8\text{ }^{\circ}\text{C}$. В апреле наблюдался переход к межени уровням воды.

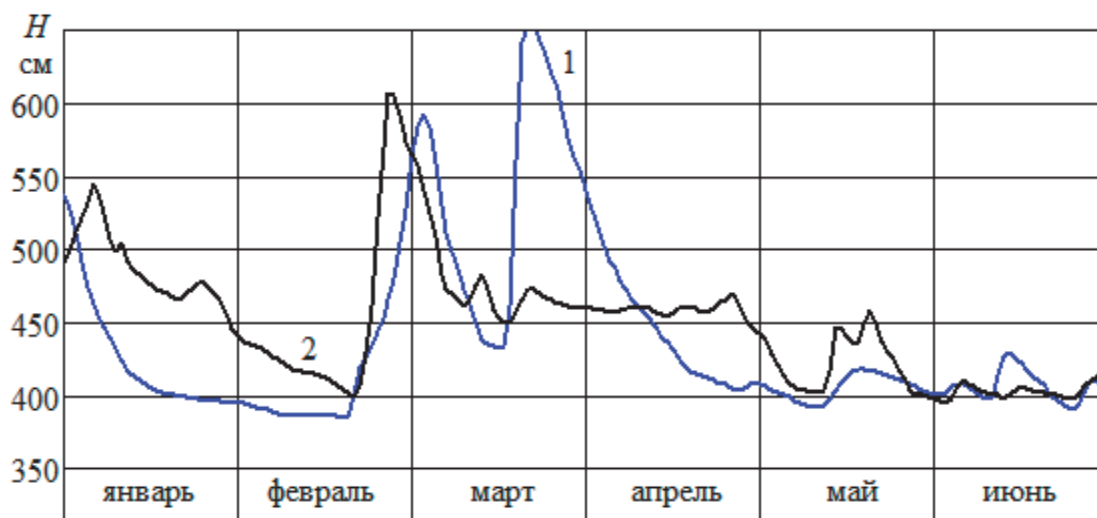


Рис. 3. Ежедневные уровни р. Злой (Приозерье) в первой половине года: 1 – 2010, 2 – 2012 гг.

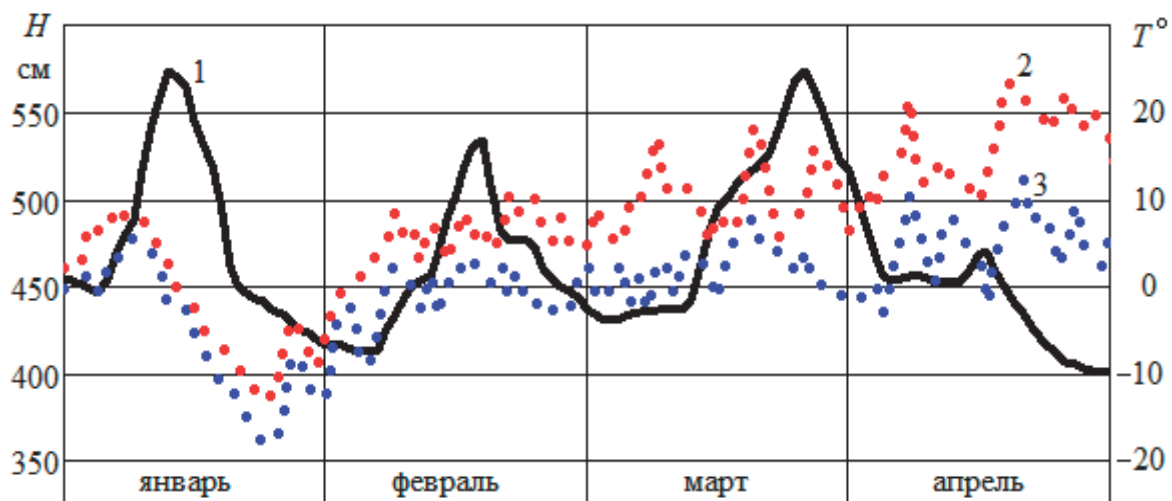


Рис. 4. Уровни р. Злой (Приозерье) и температуры воздуха в 2014 г.:
1 – H , см от нуля поста, 2 – максимальные суточные температуры, 3 – минимальные

Заключение

За время наблюдений с 1961 г. по настоящее время отмечено незначительное возрастание максимальных годовых уровней р. Злой в пределах статистической погрешности.

Данные измерений 2008–2014 гг. показывают в большинстве случаев два и даже три пика уровня с января по март, реже в апреле. Причина таких явлений в климатических изменениях.

Полученные результаты позволят специалистам по водным биоресурсам оценить влияние изменения характеристик весеннего паводка на естественное воспроизводство рыбных запасов.

Статья подготовлена в рамках выполнения государственного задания НИОКР 2017 года по теме: «Определение расходов и уровней воды в малых реках рыбохозяйственного значения».

Список литературы

1. Благова Ю.А., Подоляко С.А. Зависимость частот встречаемости молоди различных видов рыб дельты Волги в полях Астраханского государственного заповедника от гидрологических показателей половодья // Астрахан. вестн. экол. образования. – 2013. – № 4 (26). – С. 123–128.
2. Литвинов К.В., Подоляко С.А. Влияние гидрологического режима на ход нерестовых миграций рыб разных экологических групп в нижнюю зону дельты Волги // Астрахан. вестн. экол. образования. – 2014. – № 4 (30). – С. 102–109.
3. Основные факторы естественного воспроизводства атлантического лосося *Salmo salar* L. в беломорских реках Кольского полуострова / Д.С. Павлов, А.Е. Веселов, В.В. Костин, Д.А. Ефремов, М.А. Ручьев // Поисковые фундаментальные научные исследования в интересах развития Арктической зоны Российской Федерации на 2014 год. Российская академия наук [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.ras.ru/FStorage/Download.aspx?id=b256fbe4-9497-4d95-beb6-684e9263725e> (дата обращения: 08.03.2017).
4. Западно-Балтийское управление Федерального агентства по рыболовству. Водные объекты рыбохозяйственного значения Калининградской области [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.zbtu39.ru/images/2punkt.pdf> (дата обращения: 01.04.2017).
5. Нагорнова Н.Н., Берникова Т.А., Цупикова Н.А. Гидрогеохимическая характеристика малых рек Калининградской области // Вестн. БФУ им. И. Канта. – 2011. – Вып. 7. – С. 160–166.
6. Ресурсы поверхностных вод СССР. Т. 4, вып. 3. Литовская ССР и Калининградская область РСФСР / под ред. В.Е. Водогрецкого. – Л.: Гидрометеиздат, 1969. – 508 с.
7. Пунтусов В.Г. Особенности мелиоративных систем Калининградской области // Водопользование и задачи гидромеханики: сб. науч. тр. – Калининград: Изд-во ФГБОУ ВПО «КГТУ», 2015. – С. 81–87.
8. Гидрологический ежегодник 1961 г. Т. 1. Бассейн Балтийского моря / под ред. Л.М. Жвирздинене. – Л.: Гидрометеиздат, 1963. – Вып. 5, 6. – 198 с.
9. Автоматизированная информационная система государственного мониторинга водных объектов [Электронный ресурс]. – URL: <https://gmvo.skniivh.ru/> (дата обращения: 01.01.2017).
10. ГИС-портал Центра регистра и кадастра [Электронный ресурс]. – URL: <http://gis.waterinfo.ru/> (дата обращения: 01.02.2012).
11. Мойса А.В., Наумов В.А. Ряд максимальных годовых уровней малой реки // Вестник науки и образования Северо-Запада России: электрон. журнал. – 2017. – Т. 3, № 1. – С. 15–23. – URL: <http://vestnik-nauki.ru/wp-content/uploads/2017/02/2017-N1-MoisaNaumov.pdf>.

V.A. Naumov

Kaliningrad State Technical University, Kaliningrad, Russia

FEATURES OF SPRING FLOOD IN THE SMALL RIVER OF ZLAY

Changes passing spring flood in small streams of the Kaliningrad region was studied on the example of the Zlay riverl. A slight increase in maximum annual water levels within the statistical

error was noted. Data 2008–2014 year show in most cases, 2–3 three-level peak from January to March, rarely in April.

Сведения об авторе: Наумов Владимир Аркадьевич, доктор техн. наук, профессор, заведующий кафедрой водных ресурсов и водопользования, e-mail: van-old@mail.ru.

УДК 597.553.2-153(282.247.1)

А.М. Николаев, М.Ю. Алексеев
ФГБНУ «ПИНРО», Мурманск, Россия

СЕЗОННАЯ И СУТОЧНАЯ ДИНАМИКА ДРИФТА БЕСПОЗВОНОЧНЫХ В ЛОСОСЕВОЙ РЕКЕ КОЛА (КОЛЬСКИЙ ПОЛУОСТРОВ)

Исследовали суточную динамику дрейфа беспозвоночных гидробионтов и ее сезонные особенности в лососевой реке Кола (бассейн Баренцева моря). Одновременно изучали динамику питания молоди атлантического лосося (семги). Установили, что показатели численности и биомассы дрейфа меняются как в течение суток, так и от сезона к сезону, и эта динамика в разное время имеет некоторые характерные черты. Максимальные количественные показатели миграции беспозвоночных практически во всех случаях, кроме июля, приходились на темное время суток, а сезонной – на август. Суточная динамика доминирующих групп организмов, за исключением осеннего времени, демонстрировала выраженную синхронность. Состав пищевого комка молоди семги в той или иной мере повторял распределение организмов в пробах дрейфа. Показатель наполненности желудков у подавляющего большинства исследуемых пестряток был высоким, что свидетельствует о достаточном развитии кормовой базы. Высокие показатели численности дрейфа весной подтвердили правильный выбор времени выпуска искусственно выращенных годовиков семги.

Введение

Принято считать, что сигнальным фактором для вертикальной миграции представителей фауны реофильных беспозвоночных служит изменяющаяся освещенность, и в условиях нормальной смены светлого и темного времени суток основная масса организмов дрейфует ночью, превышая численность дневной миграции в десятки, а порой и сотни раз, за исключением рек с высокой мутностью воды, где разница в численности ночной и дневной миграции выражена не резко [1, 2]. В северных широтах при отсутствии привычной ритмики смены дня и ночи с апреля по август наблюдаются некоторые особенности вертикальной миграции беспозвоночных, где численность мигрирующих организмов меняется незначительно, а пик миграции также приходится на ночной период [3].

Известно также, что изменение численности мигрирующих беспозвоночных в течение суток контролируется двумя факторами: активным подъемом организмов в толщу воды, продиктованным необходимостью перемены биотопа, и их смывом с грунта течением, которому они не всегда могут противостоять. В соответствии с этим в структуре дрейфа выделяют активный (поведенческий) и пассивный компоненты [4].

Таким образом, дрейф является ведущим фактором пространственной организации и динамики зообентоценозов и является основным механизмом, обеспечивающим оптимальное размещение животных в бентали, соответствующее ресурсам среды и экологическим потребностям организмов. Благодаря миграциям с вышележащих участков происхо-

дит восстановление разрушенных сообществ и реколонизация опустошенных биотопов после воздействия экстремальных факторов гидрологического режима.

Следовательно, при перемещении беспозвоночных потоком воды вниз по течению посредством дрейфа осуществляется прямая связь сообществ на нижележащих по течению участках русла с вышележащими [5]. Вместе с тем структура дрейфа не является буквальным отражением структуры зообентоса, поскольку миграционная активность животных и их способность удерживаться на грунте в условиях течения различны [6]. Следует помнить и о значительных колебаниях уровня и расхода воды в реке, которые от сезона к сезону могут отличаться в разы.

Дрейфующие беспозвоночные составляют основу питания многих реофильных видов рыб, особенно в горных и предгорных реках, где зоопланктон развит слабо, а бентосные животные, скрывающиеся в каменистом грунте, труднодоступны [7]. В частности, преимущественно организмами дрейфа питается молодь атлантического лосося (семги) [8].

В р. Кола ежегодно в апреле–мае выпускается молодь в возрасте годовика (1.), выращенная Кандалакшским экспериментальным лососевым заводом (КЭЛЗ) и Князегубским рыболовным заводом (КРЗ), что играет немаловажную роль в сохранении популяции атлантического лосося. В связи с ростом количества компенсационных мероприятий, которые зачастую предлагается произвести в форме выпуска молоди семги в р. Кола, становится актуальной современная оценка кормовой базы, так как постоянное наращивание количества выпускаемой молоди без учета кормовых возможностей акватории нагула может в конечном итоге привести к снижению темпов роста и выживаемости рыб [9]. Тем более что контрольные обловы выростных участков (ВУ) в последние годы свидетельствуют о невысокой выживаемости «заводских» пестряток в реке.

Перечисленные причины определили цель работы, которая заключалась в оценке суточной динамики дрейфа и её сезонной изменчивости для установления оптимальных сроков и количества выпуска молоди семги, выращиваемой в условиях рыболовных заводов.

Материалы и методы

Отбор проб дрейфа осуществлялся в р. Кола в районе рыбоучетного заграждения (РУЗ) с периодичностью в 3 ч в течение суток в мае, июле, августе и октябре 2014 г. по общепринятым методикам [10] стандартной ловушкой с площадью водозаборной рамки $0,5 \times 0,2$ м, с мешком из газа № 19 длиной 0,9 м. Пробы дрейфа фиксировались 70%-м этанолом. Камеральную обработку и определение беспозвоночных организмов до таксона проводили с использованием стандартных методик [11]. Данные по динамике относительной численности доминирующих групп организмов (Diptera, Ephemeroptera, Plecoptera, в ряде случаев Trichoptera) для удобства восприятия представлены графически.

Молодь семги отлавливалась с использованием электроловильного аппарата. Интенсивность питания определялась по степени наполнения желудков по пятибалльной шкале [12]. Уровень развития кормовой базы оценивался по шкале, предложенной А.Ю. Шустовым [13].

Результаты и обсуждение

Результаты обработки проб показали, что основными группами бентических организмов, определяющими общий снос р. Кола, являются личинки хирономид и мошек (вместе Diptera), поденок, веснянок и лишь в мае ручейников.

Показатели численности и биомассы дрейфа в р. Кола по каждому временному интервалу в исследуемый период приведены в таблице, где полужирным шрифтом выделены основные пики количественных показателей за сутки в каждом сезоне.

Численность и биомасса дрефта в р. Кола в исследуемые периоды

Временной интервал	Май		Июль		Август		Октябрь	
	N, экз./м ³	B, мг/м ³	N, экз./м ³	B, мг/м ³	N, экз./м ³	B, мг/м ³	N, экз./м ³	B, мг/м ³
15:00–18:00	0,304	0,505	0,318	0,343	0,404	0,586	0,160	0,130
18:00–21:00	0,243	0,394	0,182	0,167	0,349	0,457	0,145	0,231
21:00–00:00	0,537	1,627	0,117	0,105	0,519	0,731	0,198	0,364
00:00–03:00	0,257	0,931	0,117	0,117	0,633	1,386	0,123	0,185
03:00–06:00	0,138	0,407	0,142	0,151	0,855	1,410	0,235	0,497
06:00–09:00	0,209	0,325	0,133	0,182	0,540	0,608	0,154	0,269
09:00–12:00	0,310	0,563	0,120	0,586	0,222	0,269	0,083	0,127
12:00–15:00	0,214	0,389	0,210	0,250	0,216	0,315	0,148	0,259
Итого за сутки	2,212	5,143	1,340	1,901	3,738	5,762	1,247	2,062

Из таблицы видно, что общие численные показатели суточной динамики дрефта беспозвоночных существенно трансформировались с изменением сезона. Так, общая численность за сутки в мае составила 2,212 экз./м³, в июле – 1,340 экз./м³, в августе – 3,738 экз./м³, в октябре – 1,247 экз./м³, а биомасса – 5,143, 1,901, 5,762 и 2,062 мг/м³ соответственно.

В мае суточная динамика доминирующих групп организмов демонстрировала выраженную синхронность. Выделились два пика, наибольший из которых приходился на вечерне-ночные часы (21:00–00:00), а наименьший – на утренние (09:00–12:00) (рис. 1).

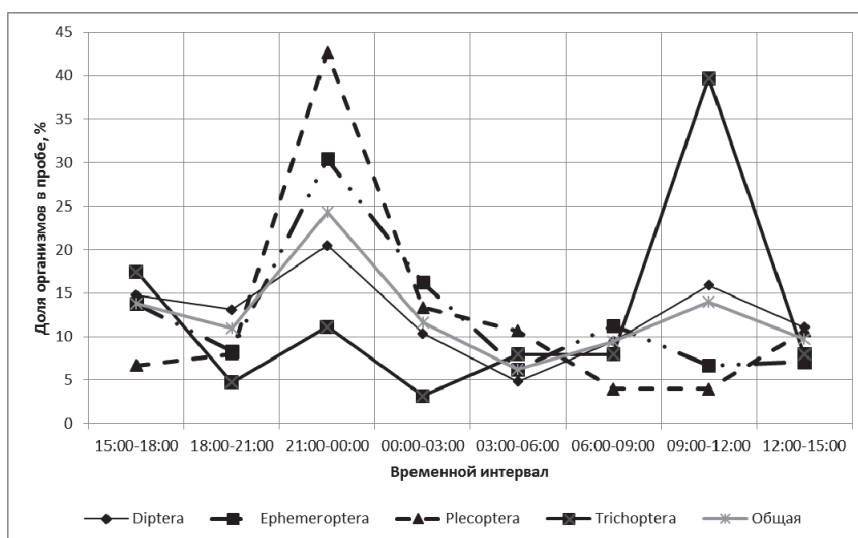


Рис. 1. Суточная динамика дрефта в р. Кола в мае 2014 г.

Наименьшие показатели численности наблюдались в утренний период (с 03:00 до 06:00). Наибольшее значение биомассы пришлось также на ночной период у представителей отряда Plecoptera и при численности 0,085 экз./м³ составило 0,751 мг/м³, что занимает около 50 % от общей биомассы за данный временной интервал и около 15 % от общей биомассы за сутки.

Наполнение желудков у разновозрастных пестряток семги (исследовано 16 экз., среди которых 9 заводских и 7 диких), отловленных в этот период, составило в среднем 3,75 балла (3,6 баллов у заводской молоди, 3,9 баллов – у дикой молоди), что свидетельствовало об их высокой пищевой активности. Основными кормовыми объектами были представители веснянок, поденок и в меньшей степени ручейников, что в целом повторяло распределение организмов в пробах дрефта.

По численным показателям гидробионтов уровень развития кормовой базы оценили как низкий.

В июле численные показатели дрейфа снизились по сравнению с таковыми в апреле почти в 2 раза. Основной пик миграции беспозвоночных отмечался здесь в период с 15:00 до 18:00 (численность – 0,318 экз./м³, биомасса – 0,343 мг/м³), а в целом за сутки количественные показатели мигрирующих беспозвоночных менялись незначительно, что может быть связано с круглосуточной солнечной активностью (рис. 2).

По численным показателям гидробионтов уровень развития кормовой базы, по аналогии с майскими показателями, оценили как низкий. Рыба в этот период не отлавливалась.

В августе наблюдались максимальные численные показатели дрейфа за все исследуемые периоды. Таким образом, общая численность за сутки составила 3,738 экз./м³, а биомасса – 5,762 мг/м³.

Основной пик миграции беспозвоночных здесь отмечали также в ночное время суток (с 03:00 до 06:00), а в сравнении со средним уровнем он был растянут с 21:00 до 09:00 (рис. 3).

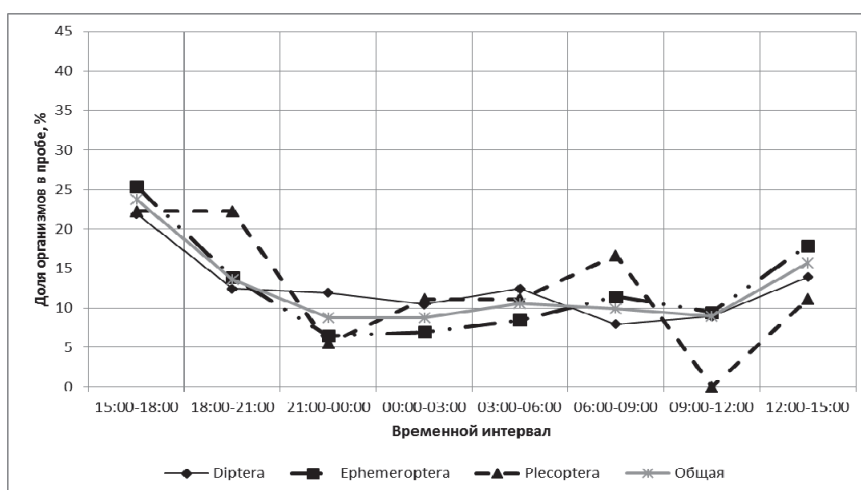


Рис. 2. Суточная динамика дрейфа в р. Кола в июле 2014 г.

Наибольшие значения биомассы здесь наблюдали у представителей отряда Diptera (0,494 мг/м³), Mollusca (0,330 мг/м³) и Plecoptera (0,515 мг/м³) также в период с 3:00 до 6:00, которые составили около 35, 22 и 23 % соответственно от общей биомассы за временной интервал.

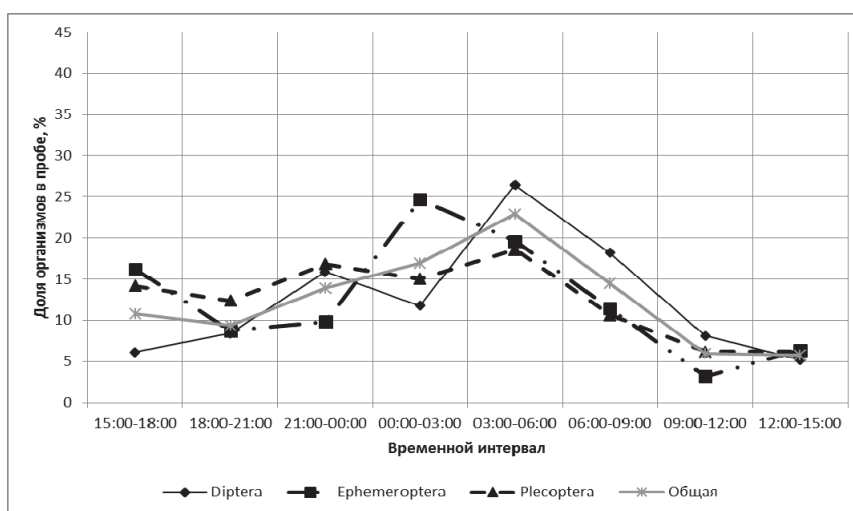


Рис. 3. Суточная динамика дрейфа в р. Кола в августе 2014 г.

Наполнение желудков у разновозрастной молоди семги (исследовано 46 экз., среди которых 24 диких и 22 заводских), отловленной в этот период, составило в среднем 2,2 и 2,7 балла соответственно. В содержимом пищевого комка практически у всех пестряток количественно преобладали личинки двукрылых и довольно часто встречались поденки и веснянки, реже – ручейники и моллюски, что в принципе повторяло распределение организмов в дрефте. По численным показателям гидробионтов уровень развития кормовой базы оценили как средний.

В октябре, с понижением температуры, численные показатели дрефта вновь снизились и имели наименьшее значение за весь период исследований. Распределение суточной динамики в этот сезон характеризовалось двумя пиками в темное время суток (03:00–06:00 больший и 21:00–00:00 меньший) (рис. 4). Самым массовым по численности были представители подеенок. У них же наблюдали наибольшие значения биомассы с показателями от 0,065 до 0,253 мг/м³. Наименьшую численность отмечали в утреннее время (с 09:00 до 12:00).

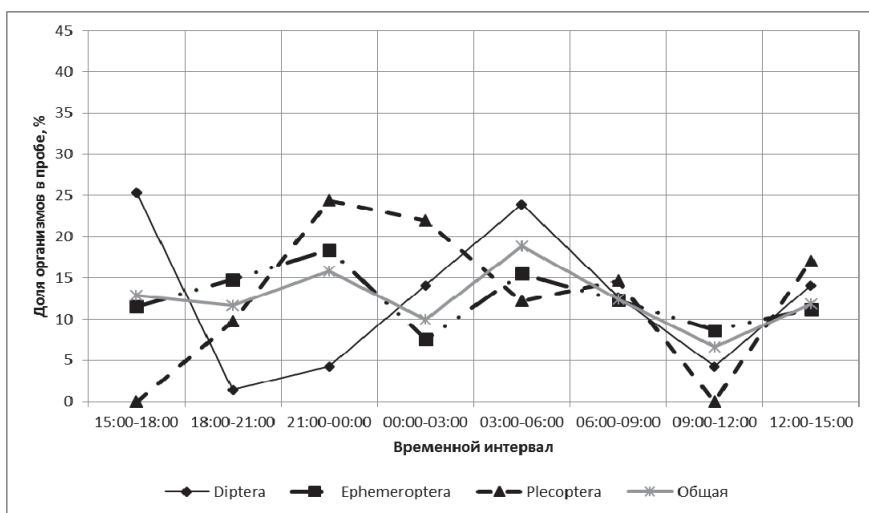


Рис. 4. Суточная динамика дрефта в р. Кола в октябре 2014 г.

Наполнение желудков пестряток семги в данный сезон (исследовано 42 экз., 22 из которых дикие и 20 заводского происхождения) составило в среднем 3,7 и 3,5 балла соответственно. В содержимом количественно преобладали ручейники, массово встречались личинки веснянок и подёнок, реже – моллюски. По численным показателям гидробионтов развитие кормовой базы оценили на низком уровне.

Заключение

Основными группами бентических организмов, определяющими общий снос в р. Кола, являлись личинки хирономид и мошек (вместе Diptera), поденок и веснянок, а весной еще и ручейников. Суточная динамика доминирующих групп организмов практически во всех случаях (кроме октября) хотя и демонстрировала более или менее выраженную синхронность, была индивидуальной для тех или иных таксономических групп. По всей вероятности, суточная и сезонная динамика численности беспозвоночных являлась результатом взаимодействия внутривидовых процессов, индивидуальных для каждого вида, и изменчивых условий среды. В плане сезонной динамики максимальные количественные показатели суточной миграции беспозвоночных наблюдали в августе. Наибольшие показатели численности и биомассы отмечены в ночное время в мае, августе и в октябре, а также в дневное – в июле, когда отсутствовала привычная ритмика смены дня и ночи (полярный день).

В результате выполненных работ р. Кола по показателям численности и биомассы в 2014 г. в целом оценили как водоем с низким уровнем развития кормовой базы молоди атлантического лосося, что типично для олиготрофных водотоков Кольского полуострова.

Во всех случаях состав пищевого комка у молоди семги в той или иной мере повторял распределение организмов в пробах дрефта. Выявленные показатели дрефта наряду со способностью молоди интенсивно питаться в условиях естественной среды говорят о правильном выборе сроков выпуска искусственно-выращенной молоди атлантического лосося.

Список литературы

1. Ключарева О.И. О скате и суточных вертикальных миграциях донных беспозвоночных Амура // Зоол. журн. – 1963. – Т. 42, вып. 11. – С. 1601–1612.
2. Леванидова И.М., Леванидов В.Я. Суточная миграция донных личинок поденок в реке Хор // Зоол. журн. – 1965. – Т. 44, вып. 3. – С. 373–389.
3. Задорина В.М. Суточная динамика дрефта водных беспозвоночных в реках Кольского полуострова // Биол. внутрен. вод: информ. бюл. – 1987. – № 73. – С. 22–25.
4. Waters T.F. The drift of stream insects // Ann. rev. Entomol. – 1972. – Vol. 17. – P. 253–272.
5. Богатов В.В. Экология речных сообществ российского Дальнего Востока. – Владивосток: Дальнаука, 1994. – 218 с.
6. Паньков Н.Н. Основные итоги изучения дрефта реки Сылва (заказник «Предуралье», 1997–2004 гг.) // Вестн. Перм. ун-та. Биол. – 2007. – Вып. 5(10). – С. 83–89.
7. Шубина В.Н. Гидробиология лососевой реки Северного Урала. – Л.: Наука, 1986. – 158 с.
8. Шустов Ю.А. Дрифт донных беспозвоночных в лососевых реках бассейна Онежского озера // Гидробиол. журн. – 1977. – Т. 13, вып. 3. – С. 32–37.
9. Шамрай Т.В. Результаты изучения кормовой базы заводской молоди Атлантического лосося реки Кола (Кольский полуостров) // Биологические ресурсы Белого моря и внутренних водоемов Европейского Севера: материалы XXVIII Междунар. конф. (Петрозаводск, 5–8 окт. 2009 г.) – Петрозаводск, 2009. – С. 626–630.
10. Шустов Ю.А., Широков В.А. Методика изучения дрефта беспозвоночных в реке // Гидробиол. журнал. – 1980. – Т. 16, № 3. – С. 100–102.
11. Определитель пресноводных беспозвоночных европейской части СССР / под ред. Л.А. Кутиковой, Я.И. Старобогатова. – Л.: Гидрометеиздат, 1977. – 510 с.
12. Методическое пособие по изучению питания и пищевых отношений рыб в естественных условиях / под ред. Е.В. Боруцкого. – М.: Наука, 1974. – 254 с.
13. Шустов Ю.А. Экология молоди атлантического лосося. – Петрозаводск, 1983. – 152 с.

A.M. Nikolaev, M.Yu. Alekseev
Knipovich Polar Research Institute of Marine Fisheries and Oceanography (PINRO),
Murmansk, Russia

SEASONAL AND DAILY DRIFT DYNAMICS OF INVERTEBRATES IN THE SALMON KOLA RIVER (THE KOLA PENINSULA)

The daily drift dynamics of marine invertebrates and its seasonal patterns in the salmon Kola River (the Barents Sea basin) were studied. Simultaneously, the feeding dynamics of the juvenile Atlantic salmon was analyzed. It was found that drift abundance and biomass varied both during a day and from season to season, and the dynamics had its peculiarities in the different time periods. In almost all the cases, except for July, the maximum quantitative parameters of the invertebrate migration were associated with the night time, while of the seasonal one – with August. The daily dynamics of the dominating groups of the organisms showed pronounced synchrony, with the exception of the autumn time. The bolus composition in juvenile salmon was almost the same as the distribution of organisms in the drift samples. The index of stomach fullness

in the most of the examined parrs was high, which indicated a sufficient development of the food base. High drift abundance in spring proved the right choice of the time to release the farmed salmon yearlings.

Сведения об авторах: Николаев Артём Моисеевич, младший научный сотрудник лаборатории биоресурсов внутренних водоемов, e-mail: nikolaev@pinro.ru; Алексеев Максим Юрьевич, канд. биол. наук, зам. зав. лабораторией биоресурсов внутренних водоемов, e-mail: mal@pinro.ru.

УДК 639.3/.6+579.68

А.В. Огнистая, Ж.В. Маркина
ФГБОУ ВО «Дальрыбвтуз», Владивосток, Россия

ОПТИМАЛЬНЫЕ УСЛОВИЯ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ МИКРОВОДОРОСЛИ *TISOCHRYSIS LUTEA*

*Изучены концентрации растворов глицерина и глюкозы для культивирования микроводорослей с целью выращивания личинок беспозвоночных на основе гаптофитовых микроводорослей *Tisochrysis lutea*.*

Tisochrysis lutea – гаптофитовая необызвестляющаяся одноклеточная микроскопическая водоросль, обитающая в морях, предпочитающая открытые зоны, очень редко встречается в пресных и солоноватых водоёмах. Клетки одиночные, покрытые слоями 40 радиальных гребней, тело с мелкими органическими чешуйками, с кокколитами. Размеры клеток 3–7,5 мкм в диаметре, имеется два жгутика, равных по длине, около 7 мкм. Пластид один, теменной, жёлто-коричневый [3]. *Tisochrysis lutea* обитает в широком температурном диапазоне при большом содержании органических веществ и солёности. Является модельным объектом для исследования механизмов получения наибольшей биомассы с максимальным содержанием белков, углеводов и липидов для дальнейшего использования в качестве кормового ресурса гидробионтов [5]. По результатам работ исследователей, именно микроводоросль *Tisochrysis lutea* привлекла к себе особое внимание из-за ее быстрого роста и высокого содержания докозагексаеновой кислоты, а также благодаря своему преимуществу перед остальными видами в качественном и количественном составе аминокислот, жирных кислот и углеводов [1].

Самым важным фактором, оказывающим влияние на рост и биохимические показатели культур, являются правильно подобранные условия среды. Многие учёные культивируют микроводоросли при разных условиях среды: изменении температурного режима, солёности, добавлении органических веществ [2,5]. Подбирая условия культивирования, можно управлять процессами роста микроводорослей [6].

Исследование по подбору оптимальных условий культивирования *Tisochrysis lutea* проводилось в летний период 2016 г. в условиях Национального научного центра морской биологии Дальневосточного отделения Российской академии наук.

В ходе данной работы подбирались оптимальные условия для культивирования микроводорослей *Tisochrysis lutea* на питательной среде *F* при добавлении глицерина и углевода – глюкозы. Было поставлено 2 эксперимента, каждый проводился в течение 21 дня. Начальная плотность культур во всех вариантах эксперимента составляла 100 тыс. кл/мл.

Культивирование осуществляли по стандартным методикам, адаптированным к лабораторным условиям [4]. Подсчёт клеток проводили под микроскопом в камере Горяева.

Водоросли помещали под стекло в камеру, просчитывали 25 небольших квадратов, полученную сумму умножали на 104, получали число клеток в 1 мл суспензии. Делали подсчёты нескольких (не менее двух) капель культуры микроводорослей из одной и той же пробы один раз в два дня.

Для каждого эксперимента использовали 5 колб с питательной средой *F*, в каждой из которых готовили концентрации глицерина и глюкозы. Добавляли в готовые концентрации раствор маточной культуры *Tisochrysis lutea*, выращенный при температуре 20 °С. Полученная концентрация водорослей составила 10 кл. на 1 мл. Используемые концентрации и количество экспериментальных колб указаны в таблице.

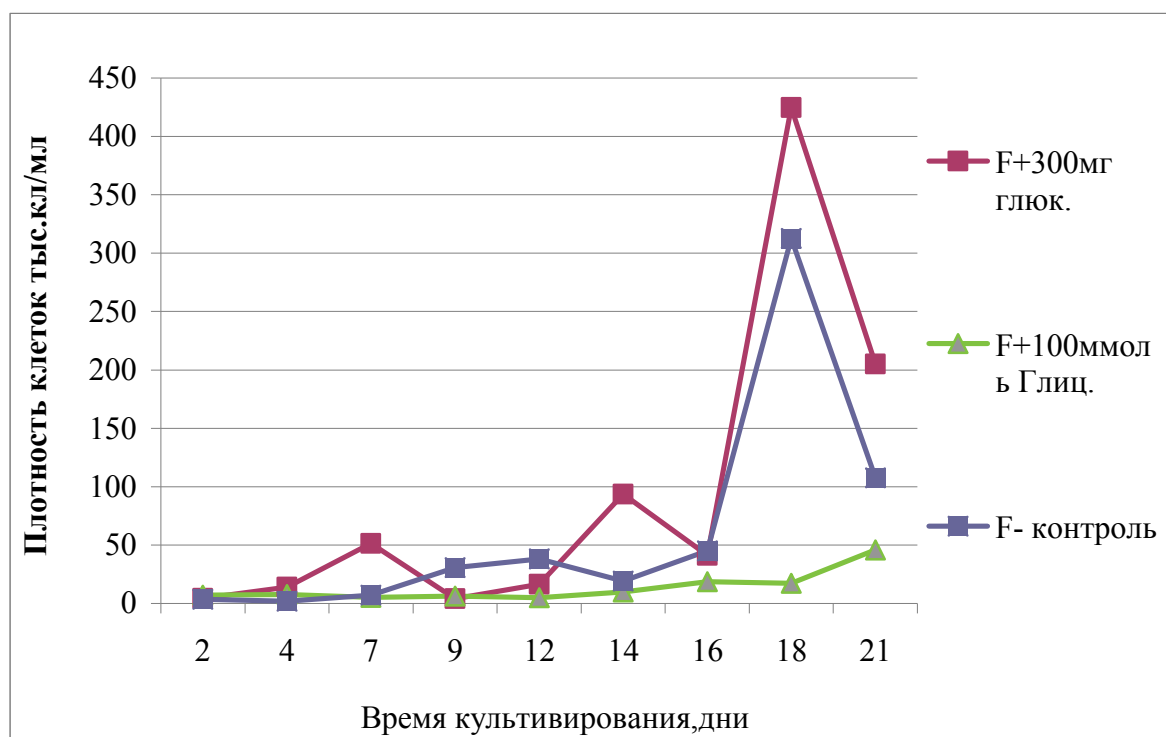
Наименование раствора	Концентрации раствора				
	1 колба	2 колба	3 колба	4 колба	5 колба
Глицерин	F+50 ммоль/л	F+100ммоль/л	F1/2+50ммоль/л	F1/2+100ммоль/л	F- контроль
Глюкоза	F+50 мкг/л	F+100мкг/л	F+200мкг/л	F+300мкг/л	F- контроль
Вид водоросли	<i>Tisochrysis lutea</i>	<i>Tisochrysis lutea</i>	<i>Tisochrysis lutea</i>	<i>Tisochrysis lutea</i>	<i>Tisochrysis lutea</i>
Питательная среда	<i>F</i>	<i>F</i>	<i>F</i>	<i>F</i>	<i>F</i>

Выращивали культуры в климостате фирмы *Binder* при температуре 20 °С в течение 21 суток. Перемешивали колбы 1 раз в день.

В качестве исходного материала для культивирования были использованы лабораторные альгологически чистые культуры *Tisochrysis lutea* из коллекции Национального научного центра морской биологии Дальневосточного отделения Российской академии наук.

Анализ экспериментальных данных

В результате эксперимента было выяснено, что наибольший среднесуточный прирост клеток *Tisochrysis lutea* на питательной среде *F* совместно с органическим углеводом глюкозой произошёл при концентрации F+300 мкг/л, он составил 41 тыс. кл/мл. При добавлении глицерина наибольший среднесуточный прирост был зафиксирован при концентрации F+100 ммоль/л, он составил 6 тыс. кл/мл. Прирост клеток в контрольной пробе был равен 27 тыс. кл/мл (рисунок).



Динамика плотности *Tisochrysis lutea* на питательной среде *F* с добавлением глицерина и глюкозы

Анализируя рисунок, развитие водорослей на питательной среде *F* совместно с глицерином F+100ммоль/л, можно отметить, что клетки растут плохо, лишь на 16-й день развития численность составила 19 тыс. кл/мл. Максимальная численность культуры отмечена на 21-е сутки, она составила 45 тыс. кл/мл. Подвижность клеток мала, клетки шаровидной формы. За время эксперимента среднесуточный прирост на питательной среде *F* совместно с глицерином F+100ммоль/л составил 6 тыс. кл/мл.

Таким образом, можно предположить, что выращивание микроводоросли на питательной среде *F* совместно с глицерином возможно, но желаемый темп роста не будет достигнут.

Наибольшая численность культуры *Tisochrysis lutea* на питательной среде *F* совместно с углеводом F+300 мкг/л глюкозы отмечена на 18-е сутки, она составила 425 тыс. кл/мл. Уменьшение численности клеток до 205 тыс. кл/мл зарегистрировано уже на 21-е сутки. Движение клеток замедлилось. За время эксперимента среднесуточный прирост на питательной среде *F* совместно с органическими углеводом F+300 мкг/л глюкозы составил 41 тыс. кл/мл.

В контрольной колбе F-контроль концентрации *Tisochrysis lutea* уже на 16-е сутки численность была равна 45тыс. кл/мл. Максимальная численность клеток культуры отмечена на 18-е сутки, она составила 313 тыс. кл/мл. Снижение темпа роста клеток и смертность наблюдаются на 21-е сутки. Движение многих клеток замедлилось. За время эксперимента среднесуточный прирост в контрольной пробе F-контроль составил 27 тыс. кл/мл.

На основе полученных данных можно сделать заключение: при выращивании микроводорослей *Tisochrysis lutea* регулирование процесса культивирования приносит положительный результат, получение наибольшей численности может быть потенциально улучшено путём добавления различных веществ, в нашем случае органического углевода – глюкозы. Мы добились неплохих результатов при использовании питательной среды *F* в контрольной пробе. В эксперименте с участием глицерина желаемая численность не была получена, но рост клеток возможен. В итоге можно сказать, оптимальными условиями культивирования *Tisochrysis lutea* являются добавление углевода, а также выращивание микроводоросли традиционно на питательной среде *F*. Именно эти условия позволяют получить желаемые темпы роста культуры.

Список литературы

1. Алхамис Ю. Выращивание *Isochrysis galbana* в фототрофных, гетеротрофных и миксотрофных условиях // Хиндавиская издательская корпорация BioMed Research International. – № 983465. – 2013. – 6 с.
2. Алхамис Ю. Сравнение пигментных и проксимальных составов *Tisochrysis lutea* в фототрофных и миксотрофных культурах // Appl Phycol. – № 283542. – 2015. – 38 с.
3. Бендиф Е.М. Описание *Tisochrysis lutea* и *Isochrysis nuda* в семействе *Isochrysidales* // Appl Phycol. – № 108110. – 2013. – 4 с.
4. Гайсина Л.А., Фазлутдинова А.И., Кабиров Р.Р. Современные методы выделения и культивирования водорослей. – Уфа: Изд-во БГПУ, 2008. – 152 с.
5. Гарсия Д. Миксотрофное производство морской микроводоросли *Phaeodactylum tricorutum* на различных источниках углерода // Microbiol. Biotechnol. – №689694. – 2005. 690 с.
6. Охупкин А.Г., Юлова Г.А. Основы альгологии: учеб. пособие. – Н. Новгород: Изд-во Нижегород. гос. ун-та им. Н.И. Лобачевского, 2010. – 136 с.

A.V. Ognistaya, Zh.V. Markina
Dalrybvtuz, Vladivostok, Russia

CULTIVATION OF HAPTOPHYTIC ALGAE TISOCHRYSIS LUTEA WITH THE ADDITION OF ORGANIC CARBOHYDRATE

Optimal conditions of cultivation of microwave Tisochrysis lutea.

Сведения об авторе: Огнистая Альбина Васильевна, ВББ-422, e-mail: alya_lokshina@mail.ru.

В.В. Плотников^{1,2}, В.А. Дубина^{1,2}, Н.М. Вакульская¹¹ ФГБОУ ВО «Дальрыбвтуз», Владивосток, Россия² ФГБУН «Тихоокеанский океанологический институт им. В.И. Ильичева» ДВО РАН,
Владивосток, Россия

ЛЕДОВЫЕ ВИХРИ НА ВОСТОЧНОМ ШЕЛЬФЕ ОСТРОВА САХАЛИН

На основе измерений спектрорадиометров MODIS со спутников Terra и Aqua исследован дрейф льда в Охотском море в декабре 2016–апреле 2017 г. Получены количественные характеристики когерентных вихревых структур, возникающих в плавучем льду на восточном шельфе о. Сахалин.

Дрейфующий лёд является прекрасным трассером поверхностных течений, поэтому спутниковые изображения ледяного покрова часто и эффективно используют для изучения особенностей циркуляции вод в приповерхностном слое замерзающих морей и океанов [1, 2]. Во многих районах Мирового океана плавучий лёд визуализирует сложные вихревые структуры. Одним из таких районов является юго-западная часть Охотского моря, где ещё в конце 1970–начале 1980-х годов на снимках, полученных со спутников серии «Метеор», были зарегистрированы разномасштабные и разнообразные вихри обоих знаков и грибовидные течения. Исследования динамики ледяного покрова на северо-восточном шельфе о. Сахалин, основанные на измерениях спектрорадиометров MODIS со спутников Terra и Aqua, показали, что при слабом ветре переменных румбов направление дрейфа в этом районе Охотского моря неоднородно по пространству. При максимальной повторяемости направлений южных румбов зарегистрированы всевозможные направления дрейфа льда, в том числе и круговые перемещения ледовых маркеров [3]. На изображениях с высоким пространственным разрешением на северо-восточном и восточном шельфе Сахалина не часто, но наблюдаются в первых декадах зимы в дрейфующем льду мезомасштабные вихри, главным образом циклонические, диаметром 5–10 км.

В декабре 2016 г. на участке охотоморского шельфа Сахалина от мыса Терпения до широты 50,5°с.ш. на видимых изображениях, полученных спектрорадиометрами MODIS со спутников Terra и Aqua, несколько раз в поле дрейфующего льда регистрировались вихревые образования (рис. 1). Девятого декабря вихревая картина дрейфа льда приобрела когерентный характер, внешне напоминая дорожку Кармана [4]. На расстоянии 20–25 км от побережья наблюдалась цепочка циклонических вихрей, а между ними и берегом в шахматном порядке размещались антициклоны. Дистанция между циклоническими вихрями D составляла в среднем 27 км, а ширина дорожки W – 9 км (расстояние между линиями, соединяющими центры вихрей разного знака). Соотношение этих величин близко к условию устойчивости дорожки ($W = 0,281 D$).

Изображение, принятое в тот же день со спутника Sentinel-2A (размер пикселя 10 x 10 м), позволяет рассмотреть более детальную структуру ледяного покрова, в которой проявляются цепочки мелкомасштабных вихрей, грибовидные течения и разномасштабные стримеры (рис. 2). Вариации цвета ледяного покрова позволяют уверенно предположить, что на исследуемой акватории наблюдаются начальные виды льда, нилас и молодой лёд. Преобладающие формы льда уменьшаются с севера на юг так, что южнее 50°с.ш. на изображении, полученном имиджером MSI, уже не видно ледяных полей с размером более двух пикселей.

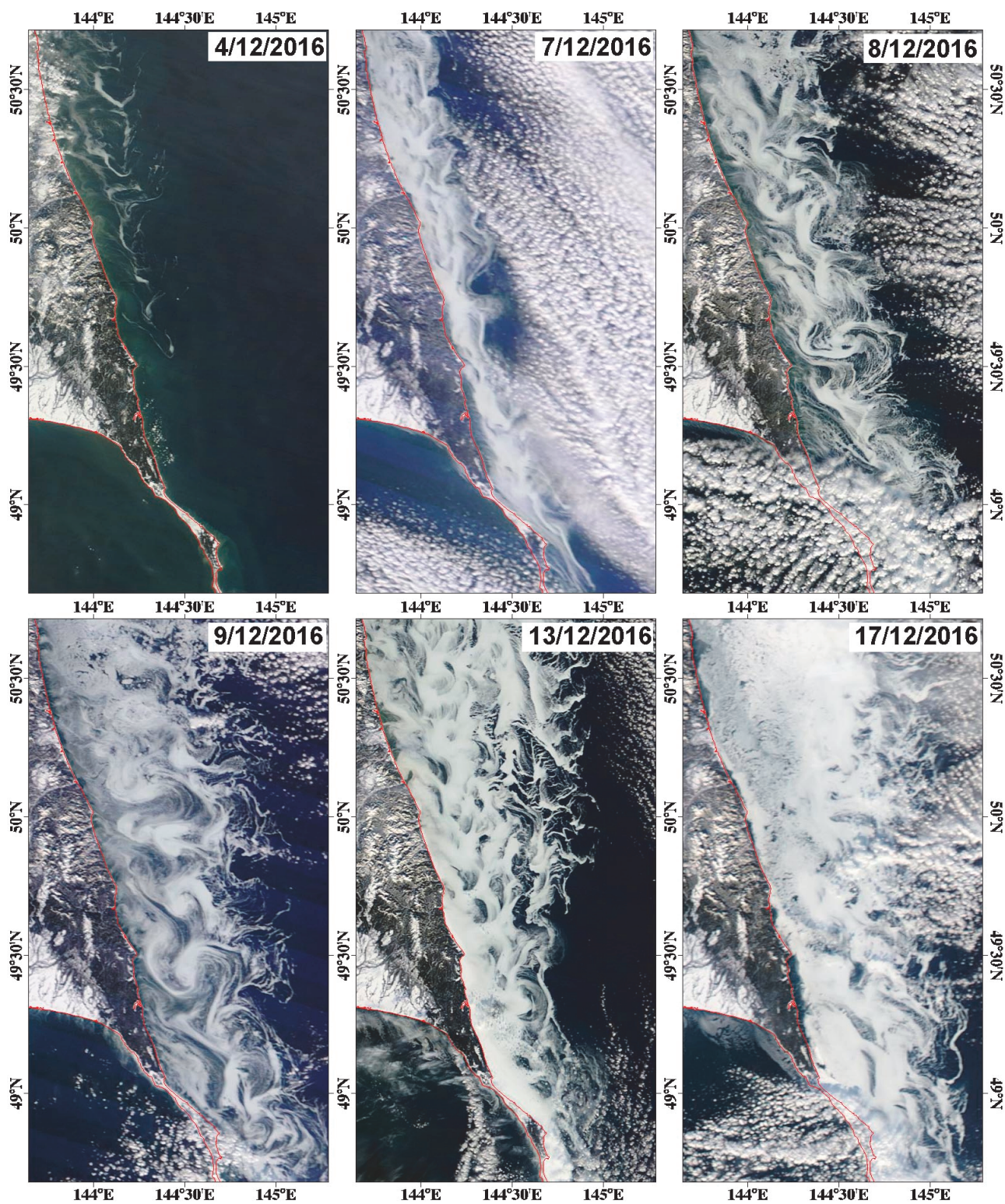


Рис. 1. Завихренность в дрейфующем льду у восточного побережья о. Сахалин на изображениях, полученных спектро радиометрами MODIS в декабре 2016 г.

По парам спутниковых изображений спектро радиометров MODIS, принятых с временным интервалом 105 (8 декабря 2016 г.) и 110 минут (9 декабря 2016 г.), были рассчитаны вектора скорости дрейфа льда (рис. 3). В первый день максимальная скорость достигала 0,7 м/с, а во второй – 0,4 м/с. Лучше всего в поле дрейфующего льда проявлялись три вихря на траверзе мыса Беллингаузена 9 декабря. Эти вихри в момент спутниковых съемок были почти стационарны. Тангенсальная скорость на границе вихрей составляла 0,2–0,3 м/с (рис. 3).

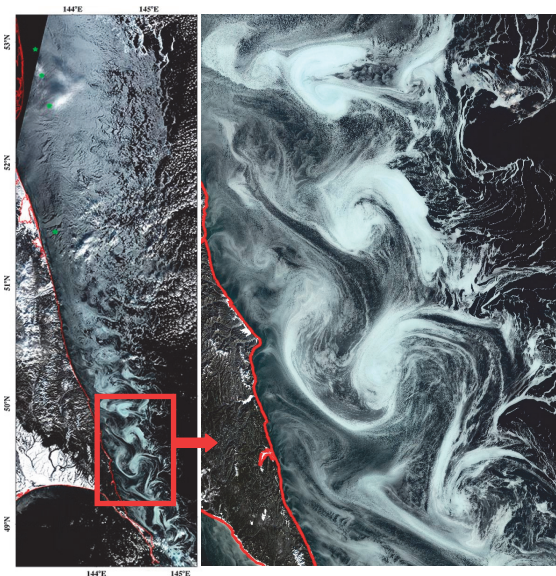


Рис. 2. Изображение в истинном цвете, скомбинированное из измерений мультиспектрального имиджера MSI со спутника Sentinel-2A (слева) 9 декабря 2017 г. Маркерами отмечены положения буровых платформ. Прямоугольник показывает границы увеличенного фрагмента размером примерно 63 x 98 км (справа)

Если предположить, что причиной появления вихревой структуры является возмущение южного течения каким-то препятствием, то возможными претендентами на эту роль можно рассматривать газодобывающую платформу Лун-А (отмечена самой южной зелёной звёздочкой на рис. 2), а также три мыса на восточном побережье Сахалина: Низкий, Шельтинга и Беллинсгаузена. Если учесть соотношение масштабов указанных препятствий и вихрей, то это предположение кажется маловероятным. Для выявления физического механизма образования описанных когерентных структур требуется более детальное рассмотрение особенностей динамики вод в данном районе с привлечением гидродинамических моделей хорошего пространственного разрешения.

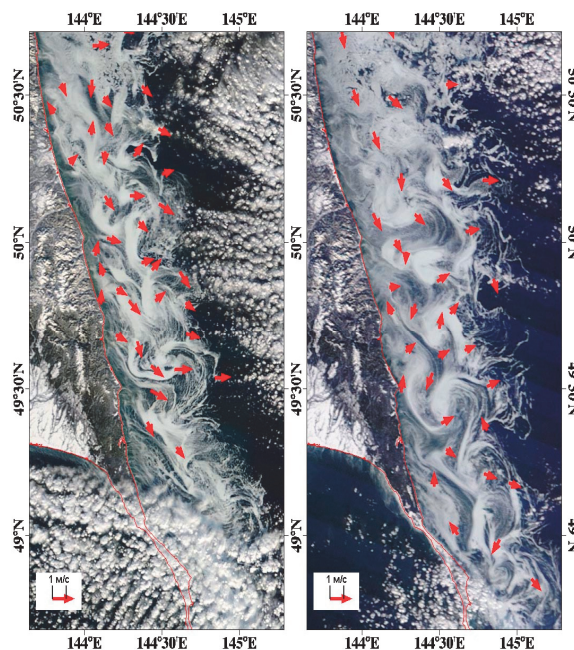


Рис. 3. Вектора дрейфа льда, построенные методом маркеров по парам изображений спектрорадиометров MODIS, принятых с интервалом 105–110 мин со спутников Terra и Aqua 8 декабря (слева) и 9 декабря (справа) 2016 г.

Работа частично поддержана грантом ДВО РАН 15-I-1-038 «Дальний Восток».

Список литературы

1. Кузьмина Н.П., Скляров В.Е. Дрейфующий лёд как трассер при исследовании особенностей циркуляции вод окраинных морей // Исслед. Земли из космоса. – 1984. – № 1. – С. 16–25.
2. Гинзбург А.И., Фёдоров К.Н. Некоторые закономерности развития грибовидных течений в океане, выявленные путём анализа спутниковых изображений // Исслед. Земли из космоса. – 1984. – № 6. – С. 3–13.
3. Дубина В.А., Плотников В.В., Вакульская Н.М. Пространственная изменчивость дрейфа льда на северо-восточном шельфе острова Сахалин // Изв. ТИНРО. – 2015. – Т. 183. – С. 227–235.
4. Алексанин А.И., Алексанина М.Г., Казанский А.В., Фомин Е.В. Расчет параметров дорожки кармана по спутниковым изображениям // Материалы XI Междунар. конф. по неравновесным процессам в соплах и струях (NPNJ' 2016). – М.: МАИ, 2016. – С. 167–169.

V.V. Plotnikov^{1,2}, V.A. Dubina^{1,2}, N.M. Vakul'skaya²

¹ Dalrybvtuz, Vladivostok, Russia

² V.I. Il'ichev Pacific Oceanological Institute Far Eastern Branch of Russian Academy of Sciences

SEA ICE EDDIES AT THE EASTERN SHELF OF SAKHALIN

Sea ice drift features in the Okhotsk Sea were investigated based on measurements of the spectroradiometers MODIS from Terra and Aqua satellites. Quantitative features of the coherent eddies structures in floating ice at Sakhalin eastern shelf are received.

Сведения об авторе: Плотников Владимир Викторович, доктор геогр. наук, профессор кафедры «Экология и природопользование», e-mail: vlad_plot@poi.dvo.ru.

УДК 551.467; 528.88

В.В. Плотников, О.Н. Руденко
ФГБОУ ВО «Дальрыбвтуз», Владивосток, Россия

СИНТЕЗ РАЗЛИЧНОЙ ИНФОРМАЦИИ ПРИ ФОРМИРОВАНИИ АРХИВА ЛЕДОВОЙ ИНФОРМАЦИИ И АНАЛИЗ ЛЕДОВЫХ УСЛОВИЙ ЧУКОТСКОГО МОРЯ

Для Чукотского моря разработана методология восстановления пропущенных значений и синтезирован обобщенный архив ледовой информации об основных элементах ледового режима (ледовитость, положение кромки льда) за период с 1950 по 2016 гг. На основании анализа этого архива показано, что вероятность сохранения типа ледовых условий (ледовитости) не превышает 48,5 %, что свидетельствует о существенной неустойчивости ледовых процессов на акватории Чукотского моря. Поэтому типизация ледовых условий, проведенная для каждого месяца исследуемого периода, не может претендовать на оценку аномальности ледовых условий всего периода данного года в целом.

Ключевые слова: ледовые условия, положение кромки льда, Чукотское море, аномальность, изменчивость, типизация.

Арктические моря являются одной из основных транспортных артерий и богатейшей зоной природных ресурсов. Однако наличие ледяного покрова во многом препятствует эффективному развитию региона. Практически все виды хозяйственной деятельности, включая добычу углеводородов на шельфе морей, а также решение ряда задач долгосрочных гидрометеорологических прогнозов в Арктике, во многом зависят от знания ледовой обстановки и возможности ее прогнозирования. Разумеется, характер ледовых условий и вклад их в общую гидрометеорологическую обстановку, следовательно, и степень необходимости учета их при планировании деятельности на морях зависят от физико-географического положения и для каждого моря различны.

Чукотское море, расположенное на границе азиатского и американского материков, Северного Ледовитого и Тихого океанов, играет заметную роль в формировании климата и погоды в Северном полушарии. Существенную роль в этих процессах играет ледяной покров, который, обладая большой инерционностью, по сути, является оптимальным индикатором крупномасштабной изменчивости в системе океан–ледяной покров–атмосфера. Следовательно, обсуждаемая многими исследователями проблема изменения климата, особенно в северных регионах [1–3, 5], должна находить свое отражение и в многолетней изменчивости ледовых процессов в Чукотском море.

В связи с этим формирование архива ледовой информации и анализ ледовых условий Чукотского моря представляют несомненный интерес.

Исходные данные

Ледовые условия морей восточного сектора Арктики (в частности, Чукотского) отличаются значительным многообразием. Для достаточно адекватного их представления необходимо из множества разнообразных оценок отобрать оптимальные, которые в совокупности с необходимой полнотой определяли бы состояние ледяного покрова. Учитывая постоянное фиксирование положения кромки льда штурманским составом морского и рыбодобывающего флота, высокую точность определения местоположения самолета или при отсутствии авиаразведок достаточную точность привязки и дешифровки спутниковых данных, наиболее надежно из всех элементов ледяного покрова определяются положения кромки льдов и оценка ледовитости. При этом можно предполагать, что возможные ошибки представления положения кромки льда и вычисляемых значений ледовитости много меньше среднеквадратического отклонения этих величин.

Исходной информацией при создании архива ледовых условий (положения кромки льда и значений ледовитости) для Чукотского моря послужили:

- электронный атлас льдов арктических морей (Россия, США), включающий обобщенные карты ледовой обстановки за период с 1950 по 1992 г.[7];

- спутниковые снимки ледяного покрова морей, получаемые с ИСЗ различных серий, за период с 1972 г. по настоящее время.

- гидрометеорологические ежемесячники (ежегодники), содержащие данные прибрежных гидрометеорологических станций и постов;

- судовые ледовые наблюдения, которые выполняются штурманским составом. (Если судно идет поблизости от кромки льда, вахтенный штурман фиксирует в судовом журнале, например, следующее: «10 ч. 21 мин. Кромка мелкобитого льда 2–3 балла на NW – расстояние 5 кабельтовых». В момент входа судна в лед в судовом журнале регистрируются время, координаты судна, направление кромки льда и ее характеристика. Например: 18 ч. 35 мин., широта 69°59', долгота 165°18'. Вошли в лед 2–3 балла, крупнобитый, отдельные поля многолетнего, направление кромки SW-NO, на SO чисто);

- данные вертолетных разведок, выполняемые базирующимися на линейных ледоколах, обеспечивающих летнюю навигацию в арктических морях.

Для численного представления положения кромки льда использовалась система фиксированных направлений, когда положение кромки льда аппроксимируется точками пересечения реальной кромки с определенным образом выбранными направлениями. В качестве этих направлений, учитывая многолетний характер эволюции ледовых условий, использовались меридиональные разрезы, выбранные через один градус широты. В качестве начала отсчета для Чукотского моря принималась параллель 76° с.ш. При этом детализация положения кромки льда может как угодно варьироваться в зависимости от дискретности выбранных направлений.

По средним декадным распределениям кромки льда вычислялись соответствующие значения ледовитостей.

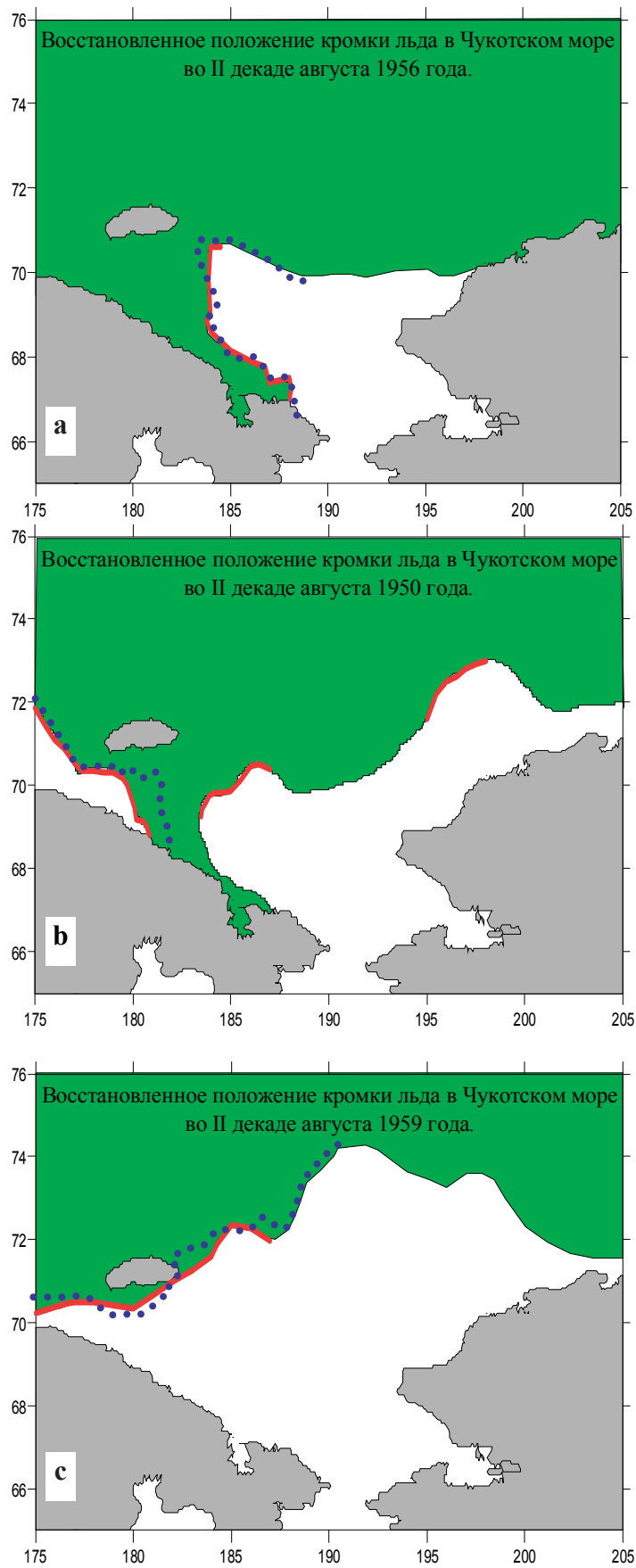
Однако накопленная к настоящему времени ледовая информация по акватории Чукотского моря мало того что получена из различных источников информации и, соответственно, имеет различную степень соответствия изучаемому объекту, но и отличается исходной неполнотой как в пространстве, так и во времени. Отмеченные моменты существенно затрудняют любые исследования, связанные с анализом ледовых условий на Чукотском море и их пространственно-временной изменчивости.

По степени информированности о состоянии ледяного покрова весь анализируемый период (1950–2016 гг.) можно условно разделить на три этапа:

- современный этап (1978–2016 гг.), характеризующийся устойчивым поступлением регулярной глобальной информации о состоянии льда в основном за счет средств дистанционного зондирования из космоса;
- переходный этап (1972–1977 гг.), характеризующийся неустойчивым поступлением глобальной информации о состоянии льда из космоса;
- начальный этап (1950–1971 гг.), характеризующийся полным отсутствием глобальной спутниковой информации и наличием только разнородных фрагментарных сведений о состоянии ледяного покрова.

Как следует из приведенной классификации, дефицит информации особенно ощущается в период с 1950 по 1971 г. (период, предвещающий спутниковые наблюдения за состоянием ледяного покрова). Соответственно, в имеющихся на настоящее время обобщениях (атласах, справочниках, публикациях) данный период освещен весьма ориентировочно. В этот период регулярные сведения о положении кромки льда восточнее $175\text{--}170^\circ$ з.д. являются достаточной редкостью и преимущественно относятся к данным судовых наблюдений, которые содержатся в отчетах капитанов и судовых журналах различных плавательных средств, участвовавших в арктических навигациях. Эти данные содержат координаты кромки льда, снимаемые при прохождении судна вблизи нее (в пределах радиолокационной видимости) или при вхождении судна в лед. Однако эти сведения являются лишь попутными наблюдениями и, как показал предварительный анализ (просмотренные отчеты, судовые журналы), освещают лишь отдельные фрагменты кромки льда, по пути маршрута следования. Соответственно, учитывая специфику летней арктической навигации (проводка транспортных судов осуществляется, по возможности, по чистой воде), наибольшая обеспеченность данными приходится на суровые в ледовом отношении годы. В малоледовитые годы, когда кромка льдов отступает далеко к северу и транспортные суда следуют по чистой воде вдалеке от нее, количество определений положения кромки значительно уменьшается. Примеры фрагментов имеющейся информации для различных типов зим представлены на рис. 1.

Учитывая отмеченные выше моменты, остро встает вопрос о формировании полного архива положений кромок льда, восстановленного с учетом всех видов информации.



Восстановленные положения кромки льда (фон) для малоледовитого (а), нормального (b) и ледовитого (с) годов. Фрагменты фактической информации отмечены линией – судовые наблюдения и точками – данные атласа льдов

Методы восстановления и результаты

На предварительном этапе оценивалась степень адекватности различных видов информации о положении кромки льда за период 1950–1977 гг. В качестве этой оценки выступали коэффициенты корреляции между представленными в численном виде совпадающими фрагментами положениями кромки льдов, заимствованными из электронного атласа льдов [7] и полученными путем осреднения в рамках декады данных попутных судовых наблюдений. Как показали расчеты, степень адекватности сравниваемой информации оказалась достаточно высокой, и коэффициенты корреляции не опускались ниже 0.84. При этом заметный вклад, определяющий неполное соответствие различных видов информации, приходится на 1950 и 1953 гг., когда данные атласа давали несколько завышенные значения ледовых условий (рисунок).

Таким образом, для проведения дальнейших операций по восстановлению недостающих фрагментов положения кромки льда данные судовых наблюдений и данные атласа считались адекватными и при отсутствии одних использовались другие.

Для восстановления пропущенных фрагментов положения кромки льда была разработана модель, реализующая принципы аналогичности [5]. В целом схему восстановления пропущенных значений можно разбить на ряд этапов.

На первом этапе рассчитываются параметры адекватности (аналогичности) представленных в архиве полей вида

$$D(x, y)_{lk} = R(x, y)_{lk} (1 - S(x, y)_{lk}). \quad (1)$$

Здесь

$$R(x, y)_{lk} = \frac{\sum_j^{m_j} (y_{jk} - y_k)(x_{jlk} - x_{lk})}{\sqrt{\sum_j^{m_j} (y_{jk} - y_k)^2 \sum_j^{m_j} (x_{jlk} - x_{lk})^2}}, \quad (2)$$

$$S(x, y)_{lk} = \frac{\sqrt{\sum_j^{m_j} (x_{jlk} - y_{jl})^2}}{2 \left(\sqrt{\sum_j^{m_j} (y_{jk} - y_k)^2} + \sqrt{\sum_j^{m_j} (x_{jlk} - x_{lk})^2} \right)}, \quad (3)$$

$$x_{lk} = \left(\sum_j^{m_j} x_{jlk} \right) (m_j)^{-1}; \quad y_k = \left(\sum_j^{m_j} y_{jk} \right) (m_j)^{-1}, \quad (4)$$

где x_{jlk} – значение архивных данных y_{jk} – имеющиеся фрагменты значений восстанавливаемого вектора положения кромки льда за конкретный год, индексы j, k, l – счетчики точек поля, номера декады и года соответственно, m_j – количество точек j -ого поля. Параметр $R(x, y)$ имеет смысл некоего аналога коэффициента корреляции, т.е. учитывает связность полей, а $S(x, y)$ характеризует их изменчивость. Соответственно, параметр $D(x, y)$ учитывает как связность, так и изменчивость анализируемых реализаций и может интерпретироваться как показатель информативности (аналогичности).

С учетом показателя информативности для восстановления данных формируется обучающая выборка (список годов с наиболее высокими показателями аналогичности) и рассчитывается выбранное распределение (положение кромки льда) с помощью оператора (5):

$$y(\tau) = \left(\sum_n D_n x_n \right) \left(\sum_n D_n \right)^{-1}. \quad (5)$$

Здесь $y(\tau)$ – вектор восстанавливаемых значений, n – количество отбираемых распределений (в данной задаче количество отбираемых распределений для восстановления отсутствующих значений решено было ограничить пятью).

Для решения задачи восстановления пропущенных данных был составлен пакет программ для персонального компьютера, реализующий отмеченные принципы.

В качестве базового архива (реперного) для подбора аналогов использовался архив данных наиболее обеспеченного наблюдениями периода 1978–2016 гг.

Примеры восстановления положения кромки льда в Чукотском море на основании имеющихся фрагментов информации для экстремально ледовитых, близких к норме и малоледовитых периодов представлены на рис. .

На заключительном этапе, реализуя возможности представленной модели, по имеющимся фрагментарным данным были восстановлены распределения кромок льда в Чукотском море за период 1950–1971 гг., скорректированы положения кромок за период 1972–1977 гг. и сформирован полный архив данных о положении кромки льда за период с 1950 по 2016 г.

Используя полученный архив положения кромок льда, рассчитали декадные значения ледовитости Чукотского моря в теплый период (июнь–октябрь) с 1950 по 2016 г., которые и послужили в качестве основы для анализа сезонной и многолетней изменчивости ледовых условий Чукотского моря.

Анализ результатов

Многолетний ряд данных о ледовых условиях (ледовитостях) Чукотского моря позволил сделать первичную статистическую обработку имеющейся ледовой информации и провести типизацию теплых периодов по характеру ледовых условий (ледовитостей), а также оценить их изменчивость.

В основу типизации был положен алгоритм равномерного разбиения шкалы многолетней изменчивости ледовитости на пять типов: экстремально малоледовитый, малоледовитый, нормальный, ледовитый и экстремально ледовитый.

Диапазон изменения типизируемого параметра (ΔL) в каждом типе определялся:

$$\Delta L = \frac{L_{\max} - L_{\min}}{k}, \quad (6)$$

где L_{\max} , L_{\min} – наибольшее и наименьшее значение ледовитости, k – количество типов.

Соответственно, интервалы изменчивости ледовитости для каждого типа определялись следующим образом:

экстремально ледовитый (XX):	$L_{\min} \leq L_{XX} < L_{\min} + \Delta L ;$
ледовитый (X):	$L_{\min} + \Delta L \leq L_X < L_{\min} + 2\Delta L ;$
нормальный (H):	$L_{\min} + 2\Delta L \leq L_H < L_{\min} + 3\Delta L ;$
малоледовитый (T):	$L_{\min} + 3\Delta L \leq L_T < L_{\min} + 4\Delta L ;$
экстремально малоледовитый (TT):	$L_{\min} + 4\Delta L \leq L_{TT} \leq L_{\max} .$

Данная типизация ледовых условий в Чукотском море в летний период была проведена для центральной декады каждого месяца (июнь–октябрь).

Однако проверка уровня устойчивости ледовых процессов, т.е. сохранение знака аномалии ледовитости в течение анализируемого периода, показала существенную нестационарность ледовых процессов в море (таблица).

Вероятности перехода между различными типами ледовых условий (июнь–октябрь)

%	Экстремально ледовитые (ЭЛ)	Ледовитые (Л)	Нормальные (Н)	Малоледовитые (МЛ)	Экстремально малоледовитые (ЭМЛ)
ЭЛ	38,5	43,6	10,2	2,6	5,1
Л	18,9	34,0	37,7	7,5	1,9
Н	2,9	26,5	48,5	14,7	7,4
МЛ	-	10,8	24,3	40,6	24,3
ЭМЛ	-	-	20,0	40,0	40,0

Как следует из приведенной таблицы, вероятность сохранения типа ледовых условий (ледовитости) не превышает 48,5 %, что свидетельствует о существенной неустойчивости ледовых процессов на акватории Чукотского моря. Поэтому типизация ледовых условий, проведенная для каждого месяца исследуемого периода, не может претендовать на оценку аномальности ледовых условий всего периода данного года в целом.

Выводы

1. Для Чукотского моря разработана методология восстановления пропущенных значений и сформирован полный архив ледовой информации об основных элементах ледового режима (ледовитость, положение кромки льда).

2. Вероятность сохранения типа ледовых условий (ледовитости) не превышает 48,5 %, что свидетельствует о существенной неустойчивости ледовых процессов на акватории Чукотского моря. Поэтому типизация ледовых условий, проведенная для каждого месяца исследуемого периода, не может претендовать на оценку аномальности ледовых условий всего периода данного года в целом.

Список литературы

1. Плотников В.В. Изменчивость ледовых условий дальневосточных морей России и их прогноз. – Владивосток: Дальнаука, 2002. – 200 с.
2. Гудкович З.М., Захаров В.Ф., Аксенов Е.О., Позднышев С.П. Взаимосвязь современных климатических изменений в атмосфере, океане и ледяном покрове // Тр. ААНИИ. – 1997. – Т. 437. – С. 7–17.
3. Захаров В.Ф., Макштас А.П., Романов А.А., Савченко В.Г. Морской лед как объект климатических исследований // Проблемы Арктики и Антарктики. – 1991. – № 66. – С. 250–263.
4. Максимов И.В., Саруханян Э.И., Смирнов Н.П. Космогеофизический фон макропроцессов в океане и атмосфере и сверхдолгосрочный прогноз. – Л.: Гидрометеоздат, 1977. – С. 18–25.
5. Привальский В.Е. Климатическая изменчивость (стохастические модели, предсказуемость, спектры). – М.: Наука, 1985. – 184 с.
6. Plotnikov V.V. Probabilistic analysis of effect of the northern hemisphere circulatory peculiarities on ice evolutionary characteristics in the Far Eastern seas // The sixth international symposium on "Okhotsk sea & sea ice", Mombetsu, Hokkaido, Japan, 1991. – P. 202–204.
7. The Environmental Working Group Joint U.S. – Russian Arctic Sea Ice Atlas is available on CD from the National Snow and Ice Data Center (NSIDC) in Boulder, Colorado, 1996.

V.V. Plotnikov, O.N. Rudenko
Dalrybvtuz, Vladivostok, Russia

SYNTHESIS OF VARIOUS INFORMATION IN THE FORMATION OF THE ICE INFORMATION ARCHIVE AND ANALYSIS OF THE ICE CONDITIONS OF THE CHUKCHI SEA

For the Chukchi Sea, a methodology for restoring missing values was developed and a generalized archive of ice information was compiled on the main elements of the ice regime (ice cover, ice edge position) for the period from 1950 to 2016. Based on the analysis of this archive, it is shown that the probability of preservation the type of ice conditions (ice cover) does not exceed 48.5%, which indicates a significant instability of ice processes in the Chukchi Sea water area. Therefore, the classification of ice conditions, carried out for each month of the period under study, can not claim to assess the anomalous ice conditions of the whole period of a given year as a whole.

Key words: *ice conditions, position of the ice edge, Chukchi Sea, anomaly, variability, typification.*

Сведения об авторах: Плотников Владимир Викторович, доктор геогр. наук, профессор кафедры «Экология и природопользование», e-mail: vlad_plot@poi.dvo.ru.

УДК 341.1/8

И.В. Понедельник
НИУ «Высшая школа экономики», Москва, Россия

МЕЖДУНАРОДНО-ПРАВОВОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ ОХРАНЫ ДАЛЕКО МИГРИРУЮЩИХ РЫБ В ЯПОНСКОМ МОРЕ

Правовое регулирование далеко мигрирующих видов рыб является актуальным и сложным вопросом в международном праве. Сложность регулирования, в первую очередь, связана с характером данного вида ресурса, в частности с его широким диапазоном миграции между юрисдикциями нескольких государств. Следовательно, установление исключительно национальных правил по вылову данного ресурса не является результативным.

Ключевые слова: *далеко мигрирующие виды рыб, Японское море, охрана морских биологических ресурсов.*

В Конвенции ООН по морскому праву 1982 г. (Конвенция) в прил. 1 находится список из 17 видов далеко мигрирующих рыб, которые охраняются юрисдикцией прибрежного государства и которые государства имеют право использовать в исключительной экономической зоне. Представленные в прил. 1 виды рыб обладают особым положением, в частности в вопросах их свободного вылова в открытом море и возможностях взаимодействия государств по вопросам их сохранения и использования.

Далеко мигрирующие виды рыб обладают такими отличительными чертами, как огромный район обитания, широкий диапазон миграции, распространение видов по обширной акватории, продолжительный нерест, который длится на протяжении года, невысокая плотность скопления и быстрая реакция на использование активных орудий лова, что во многом предопределило использование экологически опасных дрейфтерных сетей [1].

На протяжении тысячелетий Японское море (в Республике Корея данное море носит название «Восточное море») являлось возможностью для передвижения людей и товаров, распространения культур между азиатской, японской и континентальной землями. Однако

на протяжении веков отношения между данными странами были сдержанными из-за политических, идеологических различий. Как следствие таких отношений Японское море было предметом потенциальных конфликтов стран, примыкающих к его территориям. В настоящее время существуют конфликты, касающиеся принадлежности о-вов Сенкаку (Джююй), – между КНР и Японией, о. Камчатка – между РФ и Японией.

Соглашение об осуществлении положений Конвенции ООН по морскому праву от 10 декабря 1982 г., которое касается сохранения трансграничных рыбных запасов далеко мигрирующих рыб и управления ими 1995 г. (Соглашение), – это договор, в котором определяются отношения по реализации прав и обязанностей прибрежных государств и международных организаций. Указанные права и обязанности обладают исчерпывающим публичным характером. Данному соглашению противоречила бы любая попытка установления права собственности на морские биологические ресурсы в рамках национального законодательства, которые являются объектами регулирования Соглашением и Конвенцией. Участие России, Японии и Республики Корея в Соглашении и Конвенции – это отрицание членами международного сообщества права собственности на морские биологические ресурсы.

Говоря о регулировании охраны далеко мигрирующих видов рыб в Японском море, следует указать, что важными для изучения являются международное экологическое и морское право, а также национальное законодательство. Согласно нормам международного права государства обладают неотъемлемым суверенитетом над своими природными ресурсами. Нормативно-правовая база о природных ресурсах определенной территории является отправной точкой, основой для определения содержания прав государств на трансграничные природные ресурсы. Главное отличие состоит в том, что невозможно производить разработку и управление трансграничными ресурсами без сотрудничества заинтересованных в этом государств, так как это бы нарушило права других стран и принципов морского права. Такие морские биологические ресурсы обладают международным статусом, а их добыча государствами носит согласительный характер. В целях защиты далеко мигрирующих видов рыб государствам всего мира предлагается создавать региональные или международные организации, подписывать двусторонние, многосторонние соглашения. Подписывая и ратифицируя их, государство-участник обязуется выполнять обязательства по договору. Но здесь могут возникнуть проблемы с отсутствием контрольного института, наднационального/ регионального органа, который будет следить за выполнением обязательств со стороны государств. Данную ситуацию можно применить и по отношению к региону Японского моря.

Эффективная охрана таких ресурсов возможна только при осуществлении координационных действий между всеми заинтересованными сторонами. Право на управление трансграничными природными ресурсами может быть получено только в рамках соглашения или по решению заинтересованных сторон в связи с особыми обстоятельствами.

В регионе Японского моря существует международный механизм регулирования защиты далеко мигрирующих рыб – работа Комиссии по рыболовству в западной и центральной частях Тихого океана. Данный механизм способствует устойчивому развитию, эффективному управлению и стабильности далеко мигрирующих рыб в Японском море. Принимая во внимание тот факт, что именно экономическая зависимость государств-участниц предопределяет актуальность охраны того или иного вида, Комиссия в большей степени занимается охраной тунца, в то время как в регионе Японского моря в опасности находятся и другие виды рыб из прил. 1, например меч-рыба, черный марлин, синий марлин, полосатый марлин, гигантская акула и семейство Морские лещи, а также некоторые виды черепах и дельфинов.

В данном регионе также возможно создание дополнительного многостороннего соглашения по охране далеко мигрирующих видов рыб в Японском море. Данное соглаше-

ние должно содержать возможные механизмы и инструменты охраны мигрирующих видов рыб в Японском море.

Создавая данный механизм, стоит учитывать и выводы 11-го внеочередного раунда консультаций государств – участников Соглашения об осуществлении положений Конвенции ООН по морскому праву от 10 декабря 1982 г., которые касаются сохранения трансграничных рыбных запасов и запасов далеко мигрирующих рыб и управления ими [2]. В рамках данных консультаций были озвучены тезисы по укреплению систематической согласованности деятельности региональных органов по рыболовству, усилению ликвидации незаконного, несообщаемого и нерегулируемого (ННН) промысла, дальнейшему совершенствованию научных знаний и развитию мер на основе научных рекомендаций, а также помощи развивающимся странам [3].

Также целесообразным кажется улучшение политики стран региона по защите далеко мигрирующих рыб, в частности создание национальных планов по регулированию рыболовства далеко мигрирующих видов рыб на примере созданного подробного плана в Новой Зеландии [4].

Список литературы

1. Меркулов А.А. Регулирование рыболовства в международном и российском праве. – Режим доступа: <http://www.dslib.net/pravo-evropy/regulirovanie-rybolovstva-v-mezhdunarodnom-i-rossijskom-prave.html>>.

2. В ООН рассматривают регулирование трансграничных рыбных ресурсов. – Режим доступа: <http://fishnews.ru/news/25708>>.

3. Eleventh round of Informal Consultations of States Parties to the Agreement for the Implementation of the Provisions of the United Nations Convention on the Law of the Sea of 10 December 1982 relating to the Conservation and Management of Straddling Fish Stocks and Highly Migratory Fish Stocks. – Режим доступа: <http://www.un.org/Depts/los/convention_agreements/fishstockmeetings/icsp11_draft_fsa.pdf>.

4. National Fisheries Plan for Highly Migratory Species (HMS). – Режим доступа: <<http://www.fish.govt.nz/NR/rdonlyres/C2A22B9D-2C84-4A33-A1C8-F8E35F22FE70/0/HMSNationalPlan.pdf>>.

I.V. Ponedelnik

NRU «High School of Economics», Moscow, Russia

INTERNATIONAL LEGAL REGULATION OF THE PROTECTION OF FAR FROM MIGRATORY FISH IN THE JAPAN SEA

The legal regulation of highly migratory species is an urgent and complex issue in international law. The complexity of regulation is primarily related to the nature of this type of resource, in particular its wide range of migration between the jurisdictions of several states. Therefore, the establishment of exclusively national rules for catching this resource is not effective.

Key words: *highly migratory species, the Sea of Japan, protection of marine biological resources.*

Сведения об авторе: Понедельник Ирина Валентиновна, студентка 1-го курса магистерской программы «Право международной торговли, финансов и экономической интеграции».

Н.Н. Ромаденкова
ФГБНУ «КамчатНИРО», Петропавловск-Камчатский, Россия

ВЫРАЩИВАНИЕ МОЛОДИ КЕТЫ НА РЫБОВОДНЫХ ЗАВОДАХ КАМЧАТСКОГО КРАЯ С ХОЛОДНОВОДНЫМ ВОДОСНАБЖЕНИЕМ

Представлена оценка деятельности рыболовных заводов Камчатского края с холодноводным водоснабжением по выращиванию молоди кеты.

В Камчатском крае функционирует пять рыболовных заводов по искусственному воспроизводству молоди тихоокеанских лососей. Два ЛРЗ относятся к типу завода с тепловодным водоснабжением: Малкинский ЛРЗ (объектами искусственного воспроизводства являются чавыча, нерка); Паратунский ЭПЛРЗ (кета, кижуч) и три ЛРЗ относятся к типу завода с холодноводным водоснабжением: ЛРЗ «Озерки» (объектами искусственного воспроизводства являются нерка, кета); ЛРЗ «Кеткино» (кета), Виллойский ЛРЗ (кижуч) [1]. Рассмотрим выращивание молоди кеты с холодноводным водоснабжением на ЛРЗ «Озерки» и ЛРЗ «Кеткино» в период с 2012 по 2016 г.

ЛРЗ «Озерки» расположен в Елизовском районе, в 120 км от Охотского моря, на р. Плотникова, бассейн р. Большой. Сбор и закладка икры кеты на инкубацию проводятся в период с августа по сентябрь. Средняя температура воды в период инкубации варьирует от 4,8 до 5,1 °С, в период выдерживания – от 3,8 до 4,4 °С, в период подращивания – от 3,6 до 4,2 °С. Выпуск молоди кеты (сеголетки) осуществляется в мае.

ЛРЗ «Кеткино» расположен в Елизовском районе, на ключе Зеленовском р. Колокольникова, бассейн р. Авача, в 30 км от Авачинской бухты. Сбор и закладка икры кеты на инкубацию проводится в период с июля по сентябрь. Средняя температура воды в период инкубации составляет от 3,4 до 3,7 °С, в период выдерживания – от 2,9 до 3,0 °С, в период подращивания – от 3,1 до 4,0 °С. Выпуск молоди кеты (сеголетки) осуществляется с мая по июнь.

На обоих заводах осуществляется мечение молоди кеты сухим методом маркированием отолитов [2].

Задание по выпуску молоди кеты ежегодно устанавливается Федеральным агентством по рыболовству. На рис. 1 представлены плановые и фактические производственные показатели выпуска молоди кеты ЛРЗ «Озерки» и ЛРЗ «Кеткино» в период с 2012 по 2016 г.

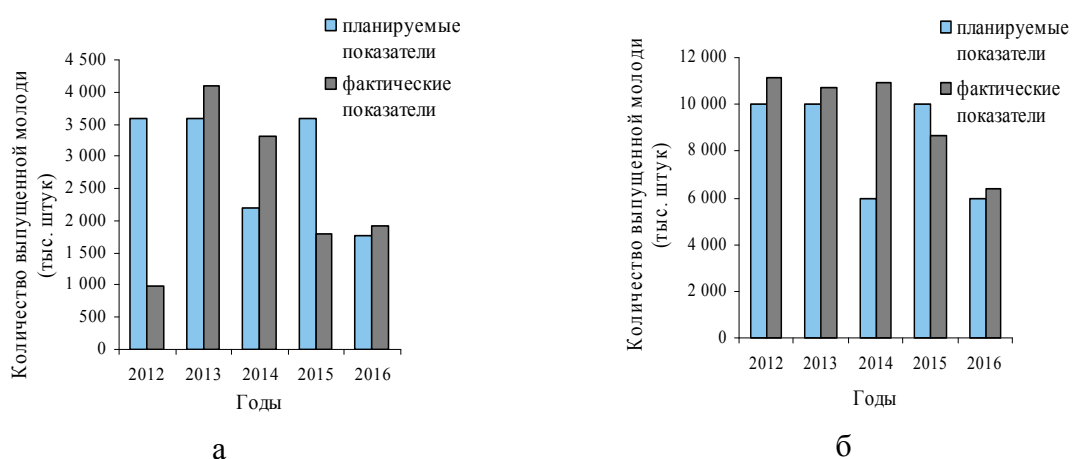


Рис. 1. Плановые и фактические производственные показатели выпуска молоди кеты в период с 2012 по 2016 г.: а – ЛРЗ «Озерки», б – ЛРЗ «Кеткино»

Из рис. 1 видно, что невыполнение плановых показателей по выпуску молоди кеты на ЛРЗ «Озерки» зафиксировано в 2012 и 2015 гг., на ЛРЗ «Кеткино» в 2015 г. Причиной не

выполнения послужили слабые подходы производителей кеты в период сбора и закладки икры на инкубацию.

В период выпуска молоди кеты сотрудниками ФГБНУ «КамчатНИРО» ежегодно осуществляется сбор молоди тихоокеанских лососей для определения физиологического состояния. У молоди измеряют длину и массу тела, определяют общее состояние молоди: активность поведения, реакцию на внешние и физические раздражители (тьма, шум, прикосновение сачка и т.д.). Динамика длины и массы тела выпускаемой молоди кеты представлена в таблице.

Динамика длины и массы тела молоди кеты

Годы	N, экз.	Длина (АС), см				Масса, г			
		ср.	станд. отк.	min	max	ср.	станд. отк.	min	max
ЛРЗ «Озерки»									
2012	32	4,5	0,35	3,6	5,0	1,09	0,26	0,61	1,65
2013	85	4,3	0,35	3,7	5,1	0,99	0,25	0,48	1,65
2014	129	4,7	0,31	3,7	5,4	0,81	0,18	0,30	1,40
2015	95	4,6	0,40	3,5	5,5	0,86	0,24	0,34	1,39
2016	50	4,7	0,23	4,2	5,2	0,87	0,15	0,57	1,28
ЛРЗ «Кеткино»									
2012	250	4,5	0,35	3,5	5,5	1,10	0,26	0,45	1,98
2013	135	4,5	0,37	3,3	5,5	1,15	0,28	0,41	2,15
2014	200	4,6	0,36	3,6	5,5	0,82	0,23	0,27	1,42
2015	20	4,9	0,25	4,4	5,4	0,80	0,14	0,51	1,05
2016	30	4,8	0,27	4,2	5,3	0,81	0,16	0,53	1,19

Длина тела выпускаемой молоди кеты на ЛРЗ «Озерки» варьирует от 3,5 до 5,5 см, молоди кеты на ЛРЗ «Кеткино» – от 3,3 до 5,5 см; масса тела молоди кеты на ЛРЗ «Озерки» варьирует от 0,30 до 1,65 г; молоди кеты на ЛРЗ «Кеткино» – от 0,27 до 2,15 г.

Выпускаемая молодь кеты на ЛРЗ «Озерки» и ЛРЗ «Кеткина» в период с 2012 по 2016 гг. имела хорошую реакцию на внешние раздражители, активно поедала корм.

Нормативная навеска выпускаемой молоди кеты на ЛРЗ «Озерки» и ЛРЗ «Кеткино» составляет 0,8 г. На рис. 2 представлено среднее значение массы тела выпускаемой молоди кеты на рыбоводных заводах в период с 2012 по 2016 г.

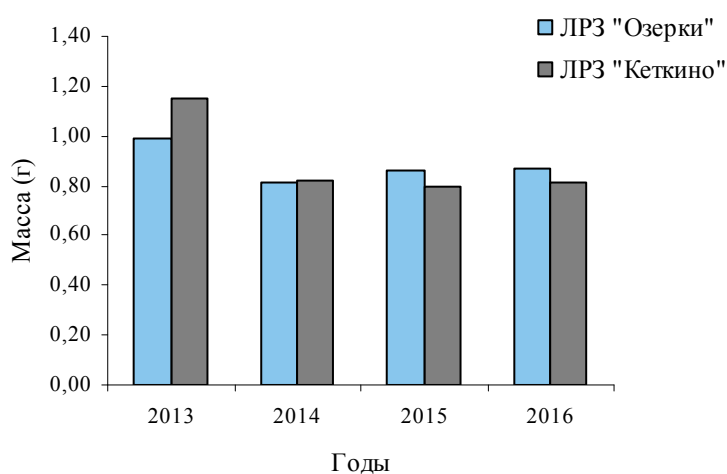


Рис. 2. Среднее значение массы тела выпускаемой молоди кеты

Как видно из рис. 2, выпускаемая молодь кеты на обоих заводах в рассматриваемый период достигла нормативной навески.

Рассмотрев выращивание молоди кеты на ЛРЗ «Озерки» и ЛРЗ «Кеткино», можно прийти к следующим выводам.

1. Плановые показатели по выпуску молоди кеты на ЛРЗ «Озерки» выполнены в 2013, 2014, 2016 гг., ЛРЗ «Кеткино» в 2012, 2013, 2014, 2016 гг.

2. Выпускаемая молодь кеты на ЛРЗ «Озерки» и ЛРЗ «Кеткино» за все рассматриваемые годы достигла нормативной навески, имела хорошую реакцию на внешние раздражители, активно поедала корм.

Таким образом, технология выращивания молоди кеты на рыбоводных заводах Камчатского края с холодноводным водоснабжением является достаточно успешной.

Список литературы

1. Ромаденкова Н.Н. Биологическое состояние молоди тихоокеанских лососей, выпущенной с рыбоводных заводов Камчатского края в 2012 г. // Вестн. КамчатГТУ. – 2013. – Вып. 26. – С. 48–54.

2. Акиничева Е.Г., Рогатных А.Ю. Опыт мечения лососей на рыбоводных заводах посредством термического маркирования // Вопросы ихтиологии. – 1996. – Т. 36, № 5. – С. 693–698.

N.N. Romadenkova

FSBSE «KamchatNIRO», Petropavlovsk-Kamchatsky, Russia

REARING JUVENILE CHUM SALMON ON SALMON HATCHERIES WITH COLD WATER SUPPLY IN KAMCHATKA REGION

The article provides evaluation of Kamchatkan regional salmon hatcheries with cold water supply in growing juvenile chum salmon.

Сведения об авторе: Ромаденкова Наталья Николаевна, младший научный сотрудник лаборатории пресноводных биоресурсов и аквакультуры, e-mail: romadenkova.n.n@kamniro.ru.

УДК 597.553.1-152.6 (261.2)

М.О. Рыбаков

ФГБНУ «ПИНРО», Мурманск, Россия

ДИНАМИКА ЗАПАСА И ПРОМЫСЛА АТЛАНТИЧЕСКО-СКАНДИНАВСКОЙ СЕЛЬДИ В СЕВЕРО-ВОСТОЧНОЙ АТЛАНТИКЕ

Приведены результаты анализа динамики запасов и промысла сельди в различные периоды. За несколько последних десятилетий отмечались периоды значительных колебаний величины запаса атлантическо-скандинавской сельди, и в связи с этим изменялись пути миграции сельди и промысловое значение отдельных районов в Северо-Восточной Атлантике. Представлена оценка значения согласованного международного управления и оперативного реагирования флота на меняющиеся условия ведения промысла для сохранения стабильного состояния запаса сельди. Изложено описание динамики запаса и промысла сельди. Отмечено, что в долгосрочной перспективе для сохранения запаса атлантическо-скандинавской сельди в пределах безопасных биологических границ необходимо

регулирование промысла на основе научных рекомендаций ИКЕС в рамках НЕАФК и консультаций прибрежных государств.

Ключевые слова: промысел, общий допустимый улов, динамика запаса, международное регулирование, атлантическо-скандинавская сельдь.

Введение

Clupea harengus harengus L. – многопозвонковая, атлантическая сельдь является подвидом морской или океанической сельди – *Clupea harengus* Linne, 1758 [1, 2].

Атлантический подвид объединяет атлантическо-скандинавскую (норвежская), баренцево-морскую (молодь норвежской), исландскую, банковую сельдь Северного моря, а также сельдь Датских проливов, Ла-Манша и Балтики. Наиболее многочисленна и важна в промышленном отношении атлантическо-скандинавская (норвежская весенненерестующая) сельдь [3].

Атлантическо-скандинавская сельдь является одним из основных объектов пелагического промысла в Северо-Восточной Атлантике. Она превосходит других сельдей по величине ареала и протяженности миграций, является самой многочисленной среди популяций сельдей, населяющих воды Мирового океана.

Исследования показали, что атлантическо-скандинавская сельдь совершает протяженные миграции в пределах акватории, которая с запада на восток простирается от о. Исландия до о-вов архипелага Новая Земля, а с юга на север – от побережья Норвегии и России до архипелага Шпицберген и о. Ян-Майен. В течение жизненного цикла сельдь распределяется на акватории экономических и рыболовных зон нескольких государств: Норвегии, России, Исландии, Фарерских островов, Дании, Великобритании и др.

Значительные колебания численности популяции атлантическо-скандинавской сельди в течение многих лет привлекают внимание ученых и рыбопромышленников. Глубокий интерес к этой проблеме, прежде всего, связан с колебаниями уловов и, следовательно, с нестабильностью в экономике стран, которые участвуют в промысле сельди. В связи с тем что до середины XX в. методов оценки запаса сельди не существовало, о состоянии ее запаса ранее судили исключительно по производительности промысла. Объемы вылова и пути миграции рыбы сильно изменялись в зависимости от величины ее запаса [4–6].

К середине XX в. атлантическо-скандинавская сельдь стала основным объектом пелагического промысла в США. Поэтому колебания численности ее запаса вынудили заинтересованные в промысле государства привлечь ученых к разработке мер по управлению ее запасом.

Научной основой для принятия управленческих решений в отношении промысла являются рекомендации Международного совета по исследованию моря (ИКЕС) (International Council for the Exploration of the Sea, ICES). На основе данных международных и национальных исследований он оценивает состояние запасов гидробионтов в СЕБ и дает рекомендации по их сохранению и эксплуатации.

В 1963 г. впервые была организована Рабочая группа (РГ) по атлантическо-скандинавской сельди. Начиная с 1984 г. РГ ИКЕС стала ежегодно готовить рекомендации о величине ОДУ взрослой сельди. Оценка состояния популяции атлантическо-скандинавской сельди ежегодно осуществлялась на РГ ИКЕС по северным пелагическим рыбам и путассу, а с 2008 г. оценка выполняется на РГ по широко распределенным запасам (WGWIDE). В 1995 г. регулирование вылова стало осуществляться на четырехсторонней основе (Россия, Норвегия, Исландия, Фарерские острова). С 1996 г., когда в промысле сельди стали участвовать промысловые суда стран Европейского союза (ЕС), регулирование промысла ведется на пятисторонней основе. На совещаниях прибрежных государств ежегодно определяются меры регулирования промысла сельди, в том числе объемы общего допустимого улова (ОДУ), вырабатывается механизм его распределения на национальные квоты, достигаются договоренности о возможностях промысла в 200-мильных зонах прибрежных государств – участников договоренностей.

Россия имеет двусторонние межправительственные соглашения с Норвегией и Фарерскими островами. В рамках Смешанной Российско-Норвежской (СРНК) и Смешанной

Российско-Фарерской (СРФК) комиссий страны регулярно обмениваются друг с другом долями на вылов объектов и согласовывают требования к ведению промысла в зонах своей юрисдикции. Основными целями данных договоренностей являются сохранение присутствия своего флота в стратегических районах моря и поддержание объемов вылова основных промысловых гидробионтов.

Материалы и методы

Оценка динамики запаса, ОДУ и промысла атлантическо-скандинавской сельди выполнена на основе рабочих документов WGWIDE, рекомендаций Консультативного комитета по управлению рыболовством ИКЕС (АКОМ) по возможному промысловому изъятию и данных статистики отечественного промысла.

Результаты и обсуждение

Запас атлантическо-скандинавской сельди подвержен значительным изменениям численности и биомассы, связанным с естественной и промысловой смертностью, а также нестабильным пополнением. В 50–60-х годах XX в. нерестовый запас сельди находился в хорошем состоянии. При этом сельдь совершала длительные миграции так называемого большого круга. Промысел ее в Норвежском море велся практически круглый год. История промысла атлантическо-скандинавской сельди в первой половине XX в. стала ярким примером последствий бесконтрольного лова рыбы. Позднее, в 70–80-е годы прошлого столетия нерестовый запас находился в депрессивном состоянии по причине нерациональной эксплуатации запаса и истребляющего специализированного норвежского промысла молодежи. В связи с резким снижением запаса рыба в течение всего года не покидала 12-мильной зоны Норвегии. В результате этого она была недоступна для российских рыбаков.

В последующие годы, по мере увеличения нерестового запаса (рис. 1), сельдь стала выходить за пределы территориальных вод Норвегии. В 1985 г. в связи с возобновлением промысла СССР и Норвегия договорились о правилах регулирования на основе двухсторонних соглашений. Изначально ограниченный промысел вела только Норвегия, но с 1987 г. СССР также стал получать квоту вылова в экономической зоне Норвегии (НЭЗ) в объеме около 14,8 % от ОДУ в соответствии с двухсторонним соглашением между странами. В период роста запаса сельдь стала распределяться и в открытой части Норвежского моря (ОЧНМ), где ее промысел возобновил отечественный флот (рис. 2).

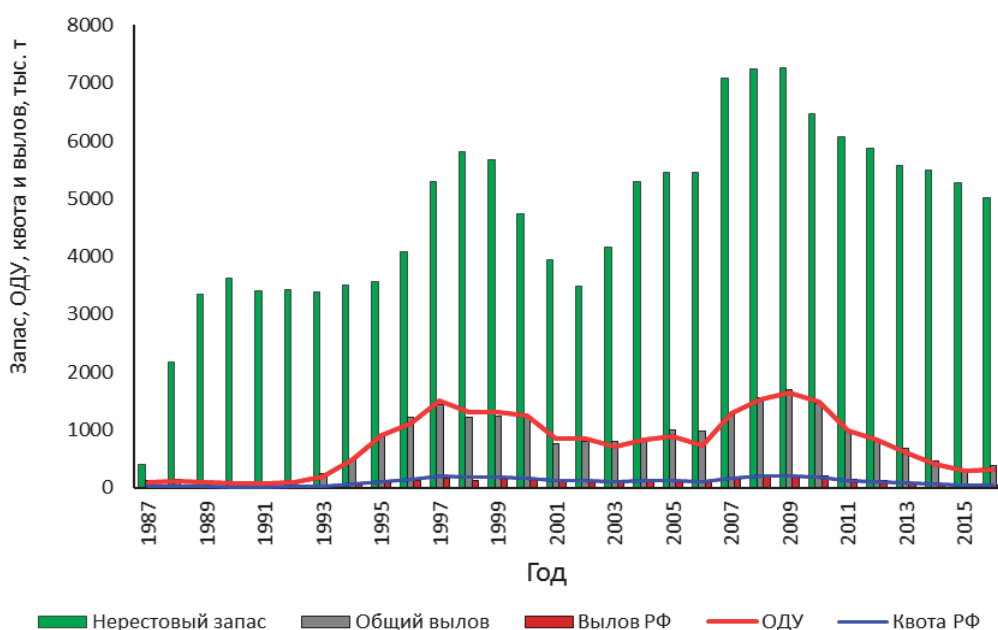


Рис. 1. Нерестовый запас, ОДУ и общий вылов атлантическо-скандинавской сельди в 1950–2016 гг.

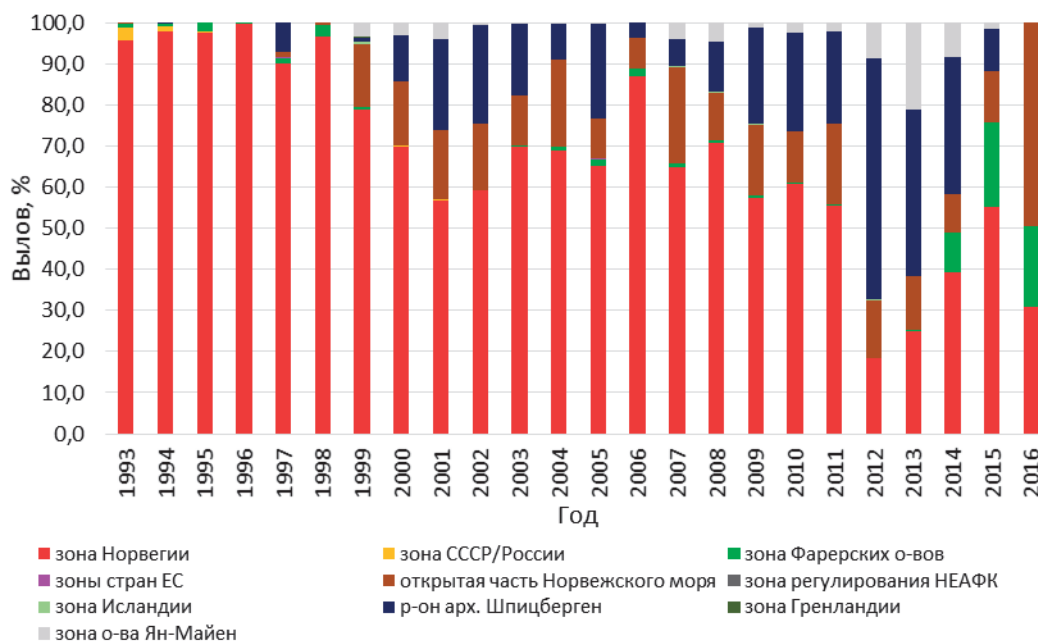


Рис. 2. Вылов сельди отечественным флотом в различных районах ведения промысла в 1993–2016 гг.

В 1995 г., со вступлением в нерестовое стадо особей урожайных поколений 1991–1992 гг., произошло значительное увеличение численности популяции атлантическо-скандинавской сельди. **За период с 1995 по 1998 гг.** нерестовый запас ее вырос с 5 до 11 млн т (см. рис. 1). Изменился характер миграций. Увеличился ареал сельди. Сельдь стала заходить в рыболовную зону Фарерских островов (ФРЗ) и экономическую зону Исландии, где к ее промыслу приступили суда этих стран. Отечественный промысел расширился в северном и западном направлениях. В период откорма он проходил в ОЧНМ, рыболовной зоне о. Ян-Майен и в районе архипелага Шпицберген. Российские суда также прилавливали сельдь при промысле скумбрии в ФРЗ и при промысле путассу в НЭЗ. Осенний промысел проходил в НЭЗ до входа сельди в территориальные воды Норвегии на нерестилища, где на протяжении многих лет выбирался основной объем отечественной квоты сельди (см. рис. 2).

До 2002 г. схема деления ОДУ на национальные доли выглядела следующим образом: Россия – 13,62 %, Норвегия – 57,0 %, Фарерские острова – 5,5 %, Исландия – 15,5 % и ЕС – 8,4 %. Часть ОДУ прибрежные по отношению к запасу сельди государства передавали для распределения в районах ответственности комиссии по рыболовству в Северо-Восточной Атлантике (НЕАФК). Реализация отечественной квоты в этот период колебалась от 70 до 100 %.

В октябре 2002 г. действие договоренностей было приостановлено, так как на 5-сторонних консультациях по управлению запасом сельди Норвегия предложила увеличить свою долю до 70 %, а доли других стран, кроме России, уменьшить почти в 2 раза и продолжала настаивать на таком делении на всех последующих консультациях. По норвежскому предложению схема деления ОДУ должна была выглядеть следующим образом: Россия – 13,62 %, Норвегия – 70,0 %, Фарерские острова – 3,05 %, Исландия – 8,66 %, ЕС – 4,67 %.

Однако такой принцип распределения квот не соответствовал интересам других стран. В течение 2003–2006 гг., несмотря на многочисленные попытки, прибрежные государства не могли выработать согласованную точку зрения на управление запасом сельди, прежде всего связанную с распределением ОДУ на национальные доли. Регулирование промысла сельди в эти годы осуществлялось на временной основе в рамках двусторонних догово-

ренностей между прибрежными государствами. Ввиду отсутствия соглашения между прибрежными государствами квота на промысел сельди в зоне ответственности НЕАФК не выделялась.

В январе 2007 г. после 4-летнего перерыва была достигнута новая договоренность между прибрежными государствами, и согласованный протокол по управлению запасом атлантическо-скандинавской сельди был подписан. Стороны согласовали новые доли дележания ОДУ сельди на национальные квоты: Россия – 12,82 %; ЕС – 6,51 %; Фарерские острова – 5,16 %; Исландия – 14,51 %; Норвегия – 61 %.

В период с 2001 по 2009 г. происходило значительное увеличение численности популяции атлантическо-скандинавской сельди за счет появления нескольких богатых по численности поколений 1998, 1999, 2002 и 2004 гг. (см. рис. 1). В эти годы отечественный промысел сельди ежегодно стартовал в начале января в НЭЗ. Доля годового вылова сельди, полученного в ОЧНМ, достигала 23 %, а в районе архипелага Шпицберген – 24 % (см. рис. 2). В этот же период в связи с возникновением второго района зимовки сельди промысел продолжался даже в декабре до полного выбора национальной квоты. Общий вылов сельди в НЭЗ в отдельные годы достигал 87 % от годового объема. Национальная квота выбиралась отечественным флотом в эти годы в полном объеме.

В 2010 г. началось снижение запаса сельди, которое продолжается до настоящего времени (см. рис. 1). По причине потепления изменились гидрологическая ситуация и миграционные пути сельди, а в итоге снизился вылов и изменилось значение некоторых промысловых районов. По причине отсутствия богатых по численности поколений после 2004 г., отсутствия договоренности между прибрежными по отношению к запасу сельди государствами и ежегодного превышения ОДУ популяция атлантическо-скандинавской сельди стала испытывать дополнительную нагрузку и, следовательно, негативное воздействие.

В 2011 г. на консультациях прибрежных государств делегацией Фарерских островов впервые было озвучено предложение увеличить свою долю от ОДУ атлантическо-скандинавской сельди. Мотивировано это желание было изменением распределения сельди в последние годы и изменением характера миграций, в результате чего большее количество сельди, в том числе нерестовой, начало распределяться в Фарерской рыболовной зоне (ФРЗ).

В период с 2011 по 2013 г. постепенно снижалось количество сельди, выловленной в НЭЗ и ОЧНМ, что было связано, прежде всего, со снижением активности российского флота в зимний период на нерестилищах и более западным направлением миграционных потоков в период нагула (см. рис. 2). В то же время, выросло промысловое значение района архипелага Шпицберген, где в отдельные годы вылов достигал 60 % от национальной квоты. Значительно больше сельди суда стали вылавливать в районе о. Ян-Майен. Реализация национальной квоты РФ в этот период была близка к 100 %.

В 2012 г. Фарерские острова вышли из договоренностей относительно ключа распределения квот, который действовал с 2007 г. В 2014 г., после оформления результатов работы по зональному распределению сельди, Норвегия озвучила желание увеличить свою долю от ОДУ сельди до 75 %. Россия, Исландия и ЕС настаивают на сохранении в их отношении существующего разделения ОДУ на квоты. Начиная с 2013 г. общий объем фактического вылова сельди превышает рекомендованный и согласованный. Этот перелов формируется, прежде всего, из вылова флотом Фарерских островов.

В 2014–2015 гг. количество вылавливаемой российским флотом сельди в НЭЗ несколько выросло за счет увеличения промысловых нагрузок во время возвратных миграций сельди на нерестилища (см. рис. 2). После 2015 г. российские рыболовные компании полностью отказались от промысла на нерестилищах в январе–феврале. Увеличилось и количество сельди, вылавливаемой в летний период в ФРЗ в качестве прилова при промысле скумбрии. Это стало возможным благодаря двусторонним договоренностям между РФ и Фарерскими островами, в соответствии с которыми российским судам разрешается выловить до 10 тыс. т этого вида в качестве прилова. В ОЧНМ и районе архипелага Шпицберген к 2015 г. доля осваиваемой квоты снизилась до 12 и 10 % соответственно.

Результаты научных оценок запаса сельди, выполненных в 2016 г., показывают, что темпы уменьшения запаса снизились, однако дальнейшие перспективы его динамики по-прежнему негативные в связи с естественной и промысловой смертностью и слабым пополнением. В 2016 г. значительно снизилась доля сельди, выловленной российским флотом в НЭЗ и районе архипелага Шпицберген. Связано это было, прежде всего, с распоряжением Министерства промышленности и рыболовства Королевства Норвегия, согласно которому с целью сохранения молодежи не были открыты для промысла северо-восточная часть НЭЗ и район архипелага Шпицберген. В то же время рыбопромысловый флот был переориентирован на другие районы моря, в результате чего значительно увеличился вылов сельди в ОЧНМ до 50 % от квоты РФ.

Заключение

История промысла атлантическо-скандинавской сельди в Норвежском море в XX в. послужила ярким и убедительным примером последствий бесконтрольного лова рыбы. Этот негативный опыт нерационального ведения промысла и многолетняя статистика доказывают тот факт, что выполнение согласованных странами – участницами промысла сельди научных рекомендаций ИКЕС, основанных на принципах осторожного подхода, и совместное рациональное управление запасом сельди способствуют сохранению наиболее стабильного уровня запаса и оптимальному для работы рыбопромыслового флота уровню изъятия объекта. Результаты многолетнего ведения промысла атлантическо-скандинавской сельди отечественным флотом в Северо-Восточной Атлантике указывают на то, что при грамотном научном сопровождении рыболовства и оперативном, своевременном реагировании флота на изменения среды, состояние запаса и продуктивности промысловых районов, возможна реализация отечественной квоты в полном объеме на протяжении долгих лет.

Список литературы

1. Световидов А.Н. Сельдевые (Clupea) // Фауна СССР. Рыбы. – 1952. – Т. 2, вып. 1. – С. 91–322.
2. Андрияшев А.П. Рыбы северных морей СССР. – М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1954. – 566 с.
3. Крысов А.И. Атлантическо-скандинавская сельдь: биология и промысел. – Мурманск: Изд-во ПИНРО, 2008. – 189 с.
4. Lea E. The oceanic stage in the life history of the Norwegian herring // J. Conseil. – 1929a. – Vol. 4, N 1. – P. 3–42.
5. Марти Ю.Ю. О динамике численности морских сельдей и механизме воздействия промысла на их возрастной состав, численность, ареал и воспроизводство // Тр. ПИНРО. – 1968. – № 23. – С. 452–458.
6. Hjort J. Fluctuation in the great fisheries in Northern Europe viewed in the light of biological research // Rapp. P.-V. Reun. Cons. int. Explor. Mer. – 1914. – Vol. 20. – P. 1–128.

M.O. Rybakov

Knipovich Polar Research Institute of Marine Fisheries and Oceanography (PINRO),
Murmansk, Russia

DYNAMICS OF ATLANTO-SCANDIAN HERRING STOCK AND FISHERY IN THE NORTH-EAST ATLANTIC

This paper shows analysis of dynamics of herring stocks and fisheries in various time periods. In several recent decades, periods characterised by substantial fluctuations in the Atlanto-Scandian herring stock have been recorded. This resulted in subsequent changes in herring migration patterns as well as in changes in the importance of some areas for fisheries in the North

East Atlantic. The author of this paper makes an attempt to evaluate the importance of agreed international management and a timely response of fleets to changing fishing patterns in order to maintain the herring stock in a sustainable manner. Description of the dynamics of herring stock and fishery is presented. It is worthy to note that to keep the Atlanto-Scandian herring stock within safe biological reference points in the long-term perspective, there is a need to regulate fisheries within NEAFC and Coastal State consultations based on ICES advice.

Key words: fishery, total available catch, dynamic of stock, international regulation, atlanto-scandian herring.

Сведения об авторе: Рыбаков Максим Олегович, научный сотрудник лаборатории пелагических рыб Северо-Европейского бассейна, e-mail: fisher@pinro.ru.

УДК 597.551.2:591.134(262.54)

С.Г. Сергеева

ФГБНУ «Азовский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства»,
Ростов-на-Дону, Россия

ВОЗРАСТНЫЕ РАЗЛИЧИЯ ПЛАСТИЧЕСКИХ ПРИЗНАКОВ ТАРАНИ *RUTILUS RUTILUS L.* АЗОВСКОГО МОРЯ

Проведен анализ разновозрастных особей тарани по 17 морфометрическим индексам из выборки, сформированной из числа производителей, заходящих на нерест в нерестово-выростные хозяйства Азовского бассейна и в р. Дон. Показано, что большинство индексов изменяются с увеличением абсолютной длины рыбы и, соответственно, с возрастом. Наибольшие различия отмечаются для рыб в возрасте двух и трех лет, когда отмечается активный линейный рост. Особенно значимы различия у рыб всех возрастов в отношении индекса наибольшей высоты тела. По литературным данным, индекс наибольшей высоты тела gh ошибочно является наиболее важным диагностическим признаком, использовавшимся для разделения плотвы и тарани Азовского бассейна. Поэтому отлов особей с низкими значениями индекса высоты тела в рыбоводно-мелиоративных целях фактически приводит к элиминации младшевозрастных групп тарани. Различия по морфометрическим индексам между размерными группами тарани связаны с особенностями аллометрического роста организма.

Ключевые слова: тарань, выборка, аллометрический рост, морфометрический индекс, индекс наибольшей высоты тела, дискриминантный анализ, изменчивость.

В настоящее время у ряда практиков и некоторых исследователей бытует представление о существовании в Азовском бассейне двух видов (подвидов): плотвы и тарани. Оно основано на устаревших ошибочных данных, полученных в процессе исторического изучения плотвы как биологического вида. Применение таких представлений в хозяйственной деятельности может привести к нежелательным последствиям. Плотва из Азово-Черноморского бассейна имеет местное название «тарань», то же название носит и единица промыслового запаса.

Изучение распределений морфологических признаков позволяет оценить однородность популяции. По мере роста рыбы происходит изменение пропорций тела. Поэтому анализ изменчивости требует выяснения основных черт размерно-возрастной аллометрии. В данном случае представляет интерес изучение связей между абсолютными и относительными значениями размерных характеристик. В целом абсолютные величины размеров пропорционально связаны с длиной рыбы. Если в качестве морфологических признаков использовать размерные характеристики, отнесенные к величине организма, то различия

между относительной величиной признаков будут определяться в большей мере различиями аллометрического роста в пределах нормы реакции популяции (вида).

Морфометрический анализ тарани проводился на основе многолетних данных. Анализируемая выборка была сформирована из числа производителей тарани, пропускаемых на нерест в водоемы Ейского экспериментального хозяйства по воспроизводству и выращиванию рыбы (ЕЭХРВР), Бейсугского нерестово-выростного хозяйства (БНВХ), Восточно-Ахтарского нерестово-выростного хозяйства (ВАНВХ) для выполнения указанными предприятиями государственных заданий по искусственному воспроизводству частичковых видов рыб, включая тарань, а также из р. Дон. Выборка состоит из ряда 550 экз. тарани возрастом от 2 до 5 лет, измеренных по однотипным параметрам с аналогичной точностью измерений. Каждый экземпляр рыбы взвешивали на сертифицированных электронных весах с точностью до 0,05 г. Возраст рыб устанавливали с использованием в качестве регистрирующей структуры чешуи. Рыбу вскрывали, определяли пол и стадию зрелости половых желез. Морфометрический анализ исследуемого объекта проводили по 18 пластическим признакам, используя схему промеров по Правдину (1962), каждый экземпляр измеряли штангенциркулем с точностью до 1 мм. Использовали следующие промеры: длина рыбы от конца рта до окончания чешуйного покрова (ad), длина хвостового стебля (fd), наибольшая высота тела (gh), высота головы у затылка (lm), длина рыла (an), диаметр глаза (np), заглазничный отдел (po), длина головы (ap), ширина лба (d), антедорсальное расстояние (aq), постдорсальное расстояние (rd), длина основания спинного плавника (qs), высота спинного плавника (qu), длина грудного плавника (vx), расстояние между грудным и брюшным плавником (vz), расстояние между анальным и брюшным плавниками (zy), высота вентрального плавника (zz1), высота анального плавника (ej) (рис. 1).

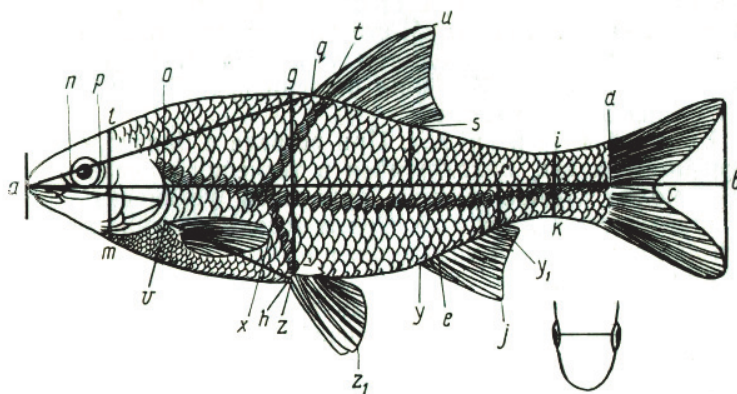


Рис. 1. Схема измерения морфометрических признаков вида *Rutilus rutilus*

Для проведения математического анализа величины использованных пластических признаков (18) преобразовали в 17 индексов, которые выражали величину каждого признака в долях единицы по отношению к длине рыбы без С (ad) или к длине головы (ao) для признаков головы. Для характеристики размерно-возрастной изменчивости индексов весь материал был сгруппирован по возрастным группам. Объем размерных классов составил 154 рыбы в первом, 194 рыбы во втором, 189 рыб в третьем и 56 рыб в четвертом классе.

Для оценки уровня различий между группами рыб разного возраста был проведен анализ по многомерному комплексу индексов. В данном случае дискриминантный анализ является наиболее оптимальным методом для решения этой задачи. Тем самым мы имеем возможность оценки уровня различия между группами в целом. Распределение групп тарани в пространстве двух функций показано на рис. 2.

Группы довольно хорошо различимы. Лучшие результаты классификации отмечаются для группы рыб в возрасте 2 лет. Для рыб старшего возраста идет постепенное снижение уровня различий в области дискриминантного пространства.

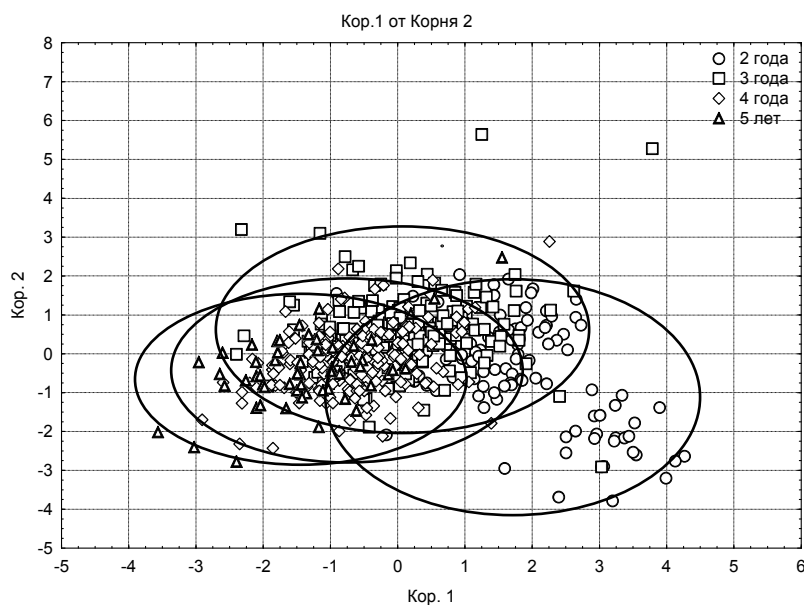


Рис. 2. Дискриминантный анализ по многомерному комплексу признаков тарани разного возраста

Таким образом, в результате комплексного морфометрического анализа мы обнаружили достоверные различия между изучаемыми возрастными группами тарани по многомерному комплексу индексов.

Анализ разновозрастных рыб из данной выборки показал, что большинство индексов изменяются с увеличением длины рыбы и, соответственно, возрастом. К примеру, наибольшие различия отмечаются для рыб в возрасте двух и трех лет (табл. 1). В этот период отмечается активный линейный рост, поэтому признаки, связанные с увеличением абсолютной длины рыб, а также с формированием плавников, имеют значимые различия. Это расстояние между грудным и брюшным плавником (vz), расстояние между анальным и брюшным плавниками (zy), длина основания спинного плавника (qs), длина грудного плавника (vx), высота анального плавника (ej). По мере увеличения длины рыбы меняются пропорции головы, постепенно уменьшается наибольшая высота первого спинного (tu), увеличивается длина грудного (vx) и брюшного (zz_1) плавников. При попарном сравнении рыб разного возраста по наименьшей высоте тела (ik) различия недостоверны, что свидетельствует о том, что значения этого индекса остаются достаточно стабильными с увеличением абсолютной длины рыбы.

Таблица 1
Результаты t-критерия по двум возрастным группам рыб (2 и 3 года)

Показатель	Среднее значение, 3 года	Среднее значение, 2 года	t-критерий	p	Число наблюдений, 3 года	Число наблюдений, 2 года
1	2	3	4	5	6	7
fd	0,178	0,180	-1,19	0,235	194	154
gh	0,317	0,298	10,10	0,000	194	154
ik	0,114	0,115	-0,84	0,403	194	154
lm	0,614	0,663	-3,92	0,000	194	154,
an	0,297	0,313	-5,12	0,000	194	154
np	0,259	0,277	-6,47	0,000	194	154
po	0,444	0,443	0,08	0,938	194	154
ao	0,256	0,253	1,78	0,076	194	154

1	2	3	4	5	6	7
aq	0,519	0,522	-1,29	0,198	194	154
rd	0,362	0,366	-1,29	0,197	194	154
qs	0,158	0,151	4,96	0,000	194	154
tu	0,237	0,240	-2,00	0,047	194	154
vx	0,201	0,196	3,21	0,001	194	154
vz	0,278	0,271	3,58	0,000	194	154
zy	0,249	0,240	4,33	0,000	194	154
zz1	0,183	0,178	3,60	0,000	194	154
ej	0,164	0,160	2,69	0,008	194	154
d	0,450	0,468	-3,30	0,001	194	154

Особенно значимы различия у рыб всех возрастов в отношении индекса наибольшей высоты тела (t-значения от 10 до -16) (табл. 2).

Таблица 2

Результаты t-критерия по индексу высоты тела по возрастным группам

Возрастные группы	Среднее значение	Среднее значение	t-критерий	p
2-3	0,298	0,317	10,10	0,000
2-4	0,298	0,328	16,0	0,000
2-5	0,298	0,341	-16,631	0,000

В ходе анализа индексы наибольшей высоты тела (отношение максимальной высоты тела gh к длине рыбы ad) анализировали по соответствию кривой распределения Гаусса на предмет их однородности. Для совокупной выборки индекс максимальной высоты тела изменяется от 0,24 до 0,38 %, модальная группа 0,32 %. На приведенном графике (рис. 3) распределение индекса gh унимодальное. Эмпирическое распределение совпадает с кривой распределения Гаусса, что свидетельствует о постепенном изменении признака. В совокупной выборке это связано с наличием рыб разного возраста (от 2 до 5 лет). В левой части графика младшевозрастные рыбы, в правой – рыбы старших возрастов. Для сравнения изменчивости этого признака по возрастам проведен анализ средних значений показателя (рис. 4).

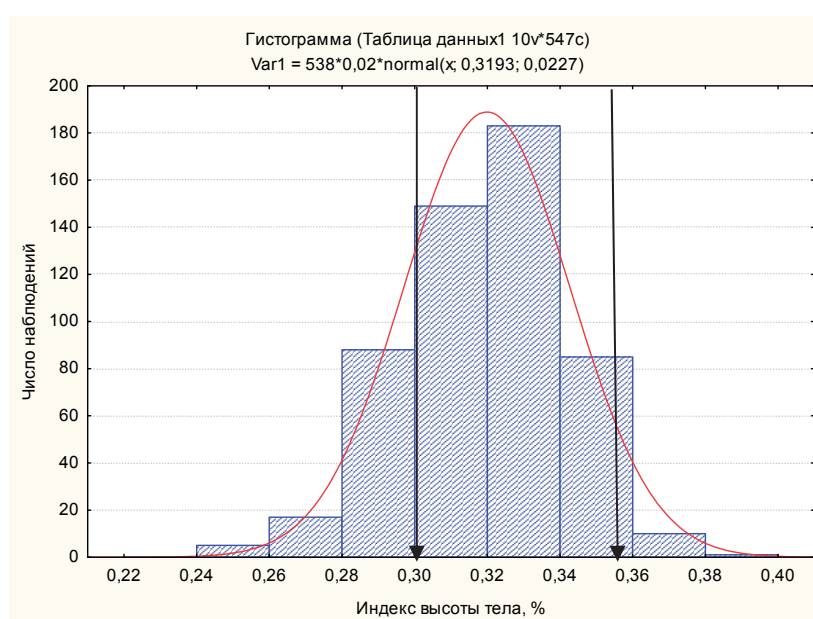


Рис. 3. Распределение индекса максимальной высоты тела gh тарани Азовского бассейна

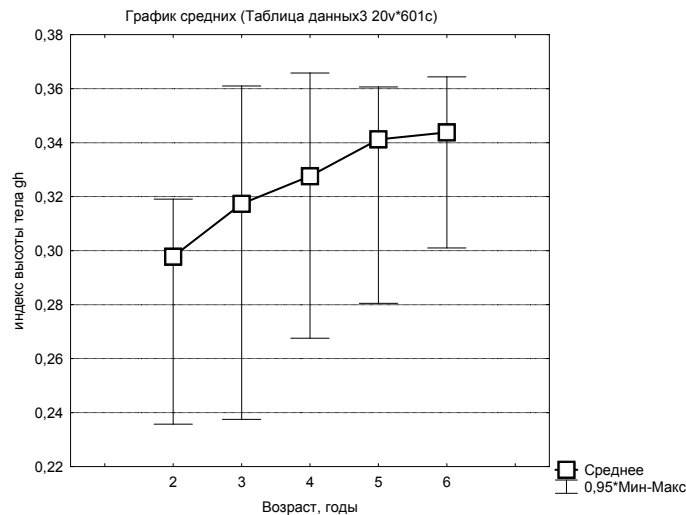


Рис. 4. Значения индекса высоты тела (отношение наибольшей высоты тела gh к длине ad) тарани в зависимости от возраста

В целом можно отметить, что различия по морфометрическим индексам между размерными группами тарани существенные, что связано с особенностями аллометрического роста организма.

По литературным данным индекс наибольшей высоты тела gh является наиболее важным диагностическим признаком, использовавшимся для разделения плотвы и тарани Азовского бассейна. По данным определителей, у плотвы он составляет 25–29 %, а у тарани – 34–36 % от длины рыбы (Веселов, 1977; Троицкий, Цуникова, 1988; Емтыль, Иваненко, 2002). Эти авторы пользовались данными Л.С. Берга (1949) без проверочного анализа распределения индекса в популяциях. Предполагается, что в распределении индекса gh должен быть промежуток между значениями 29 и 34 %. Однако вместо бимодального распределения и хиатуса или глубокого прогиба между двумя предполагаемыми подвидами фактически наблюдается унимодальное распределение. Если рассмотреть зависимость величины индекса высоты тела gh от длины рыбы, то можно увидеть, что в области индекса менее 0,32 находятся в основном младшевозрастные группы рыб. Поэтому борьба в бассейне с так называемой малоценной плотвой в бассейне Азовского моря приводит к изъятию младшевозрастных рыб из популяции тарани. Выделение двух изолированных единиц запаса и промыслового регулирования: «тарань» и «плотва» не имеет биологического смысла, а их одновременное использование в нормативно-правовых документах препятствует соблюдению принципа сохранения, воспроизводства и рационального использования запасов этого вида в бассейне Азовского моря.

Список литературы

1. Берг Л. С. Рыбы пресных вод СССР и сопредельных стран. – М.: Изд. АН СССР, 1949. – Ч. 2, изд. 4. – С. 470–925.
2. Веселов Е.А. Определитель пресноводных рыб фауны СССР. – М.: Просвещение, 1977. – 238 с. + 16 с. цв. ил.
3. Емтыль М.Х., Иваненко А.М. Рыбы юго-запада России: учеб. пособие. – Краснодар: Кубанский гос. ун-т, 2002. – 340 с.
4. Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб (преимущественно пресноводных) / под ред. проф. П.А. Дрягина и канд. биол. наук В.В. Покровского. – 4 изд., перераб. и доп. – М.: Пищевая промышленность, 1966. – 267 с.
5. Троицкий С.К., Цуникова Е.П. Рыбы бассейнов Нижнего Дона и Кубани: руководство по определению видов. – Ростов н/Д: Кн. изд-во, 1988. – 112 с.

S.G. Sergeyeva
Azov Fisheries Research Institute

AGE DIFFERENCES IN THE MORPHOMETRIC FEATURES OF THE AZOV SEA ROACH *RUTILUS RUTILUS* L.

We analyzed 17 morphometric indices of roach specimens of different age coming to spawn into the hatcheries located on the Azov Sea coast and of the roach sampled in the river Don. It is shown that most of the indices vary with the increase in the absolute length of the fish and, correspondingly, in age. The greatest varieties are observed in two- and three-year old fish when the roach grow most actively. Especially significant differences in fish of all ages are related to the index of the highest body height. According to the literature, the index of maximum body height (gh) is falsely assumed to be the most important diagnostic feature that has been used to separate the European roach from the Azov sea roach (the so-called 'taran'). Therefore, the catch of individuals with low body height indices for fish-reclamation purposes actually results in the elimination of the younger age groups of the roach. Differences in the morphometric indices between the size groups of the roach are associated with specificities of the allometric growth of the organism.

Key words: roach, sampling, allometric growth, morphometric index, index of maximum body height, discriminant analysis, variability.

Сведения об авторе: Сергеева Светлана Григорьевна, канд. биол. наук, ведущий научный сотрудник лаборатории прикладной физиологии и биохимии, e-mail: sgs1301@yandex.ru.

УДК 519.876.5+556

О.В. Соболева
ФГБОУ ВО «Дальрыбвтуз», Владивосток, Россия

ИДЕНТИФИКАЦИЯ НЕИЗВЕСТНЫХ ПАРАМЕТРОВ МОДЕЛИ, ОПИСЫВАЮЩЕЙ ПРОЦЕСС ПЕРЕНОСА ЗАГРЯЗНЯЮЩЕГО ВЕЩЕСТВА В ГИДРОСФЕРЕ

Рассмотрена обратная экстремальная задача для модели переноса загрязняющего вещества в гидросфере. Исследован алгоритм численного решения обратной экстремальной задачи и восстановлены значения неизвестных параметров указанной модели.

Сброс в окружающую среду вод, содержащих тепловое или радиоактивное загрязнение, приводит к нарушению природного водного режима, а в дальнейшем к гибели рыб и бурному развитию одноклеточных водорослей. Химическое и биологическое загрязнения наполняют гидросферу вредными химическими веществами, соединениями и болезнетворными микроорганизмами. В связи с этим остро стоит вопрос о необходимости контролировать процесс загрязнения водных объектов и уменьшать влияние антропогенного загрязнения на окружающую среду.

В процессе математического моделирования распространения загрязнений в водной среде [1–4] возникает необходимость построения и исследования математических моделей, которые описывают процессы переноса вещества в гидросфере. Указанные математические модели и соответствующие им краевые задачи содержат ряд параметров, значения

которых могут быть неизвестны или скрываются, либо заданы весьма приближенно и требуют дальнейшего уточнения. При проведении таких исследований приходится сталкиваться с исследованием обратных задач восстановления неизвестных параметров для математических моделей переноса вещества в гидросфере по дополнительной информации о решении исходной краевой задачи [5–13].

Целью настоящей работы является исследование алгоритма численного решения обратных экстремальных задач для модели переноса вещества, описываемой нестационарным уравнением диффузии-реакции, рассматриваемого в ограниченной области при условии отсутствия загрязняющего вещества или с постоянным его значением на границе.

Рассмотрим в ограниченной области $\Omega = \{(x,t): a < x < b, 0 < t < T\}$ задачу нахождения концентрации φ (загрязняющего) вещества из соотношений:

$$\begin{aligned} \frac{\partial \varphi}{\partial t} &= \frac{\partial}{\partial x} \left(\lambda \frac{\partial \varphi}{\partial x} \right) - k\varphi + f, \quad x \in (a, b), \quad t \in [0, T], \\ \varphi(x, 0) &= \psi(x), \quad \varphi(a, t) = \chi_1(t), \quad \varphi(b, t) = \chi_2(t), \end{aligned}$$

где $\lambda > 0$ – коэффициент диффузии, $k \geq 0$ – величина, характеризующая распад загрязняющего вещества за счет химических реакций, $f = f(x, t)$ – плотность объемных источников, $\psi(x)$ – количество вещества, заданное в начальный момент времени, χ_1, χ_2 – заданные на границе функции.

Краевая задача (1) содержит ряд параметров, которые должны быть заданы для обеспечения единственности ее решения. На практике же возникают ситуации, когда некоторые из параметров неизвестны, и их требуется определить вместе с решением φ по дополнительной информации о решении, заданном в некоторой области наблюдения Q подобласти исследования Ω .

Рассмотрим случай, когда вместе с решением φ необходимо определить коэффициент λ . Для численного решения данной задачи идентификации применим метод сопряженных градиентов [9, 12, 13], который представляет собой итерационный процесс минимизации целевого функционала $J(\lambda) = \int_0^T (\varphi(x^*, t) - \tilde{\varphi}(t))^2 dt$.

Описание алгоритма численного решения обратных экстремальных задач, аналогичных исследуемой в данной работе для модели переноса вещества, представлено в [10–13]. Реализация исследуемого алгоритма численного решения обратных экстремальных задач основана на методе сеток [14, 15]. Решение прямых и сопряженных задач, используемых в алгоритме, выполняется с помощью разностных схем типа Кранка–Николясона [15]. Вычисление интегралов, применяемых в алгоритме, основано на методе трапеций [14].

Перейдем к описанию результатов вычислительных экспериментов. В работе представлены случаи, когда функция φ может быть задана аналитически. Рассмотрим первый случай, когда функция φ задана в виде $\varphi(x, t) = x^3 t^3$. Остальные параметры задачи (1) выберем следующим образом: $f = 3t^2 x^3 - 6\lambda x t^3 - 0.1x^3 t^3$, $\psi(x) = 0$, $\chi_1(t) = 0$, $\chi_2(t) = t^3$, коэффициент диффузии $\lambda = t$ и коэффициент $k = 0,1$. В приведенных тестах был исследован случай, когда область наблюдения Q совпадает с областью исследования Ω . Рассмотрим ниже результаты численного решения обратной экстремальной задачи, проведенные с использованием пакета Scilab [16].

На рис. 1 (справа) представлена поверхность восстановленной функции $\varphi(x, t)$. Полученная поверхность хорошо восстановилась и соответствует аналитически заданной функции $\varphi(x, t) = x^3 t^3$, представленной на рис. 1 (слева).

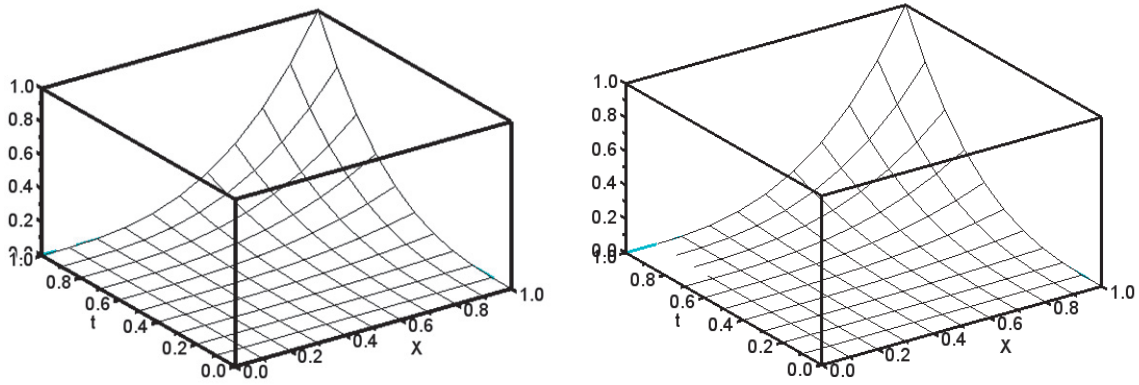


Рис. 1. Аналитически заданная ϕ (слева) и восстановленная функция ϕ (справа)

На рис. 2 приведены графики восстановленной функции λ (штрихпунктирная линия) и искомой функции λ (сплошная линия) для сеток различной густоты по пространству и по времени. Рис. 2, а представлен для случая, когда количество частей (n), на которые разбивается временной промежуток, равно 10. Соответственно, на рис. 2, б и рис. 2, в приведены случаи для $n = 20$ и $n = 40$. В результате проведенных численных экспериментов было замечено, что для получения решения с нужной точностью не требуется сильно сгущать сетку.

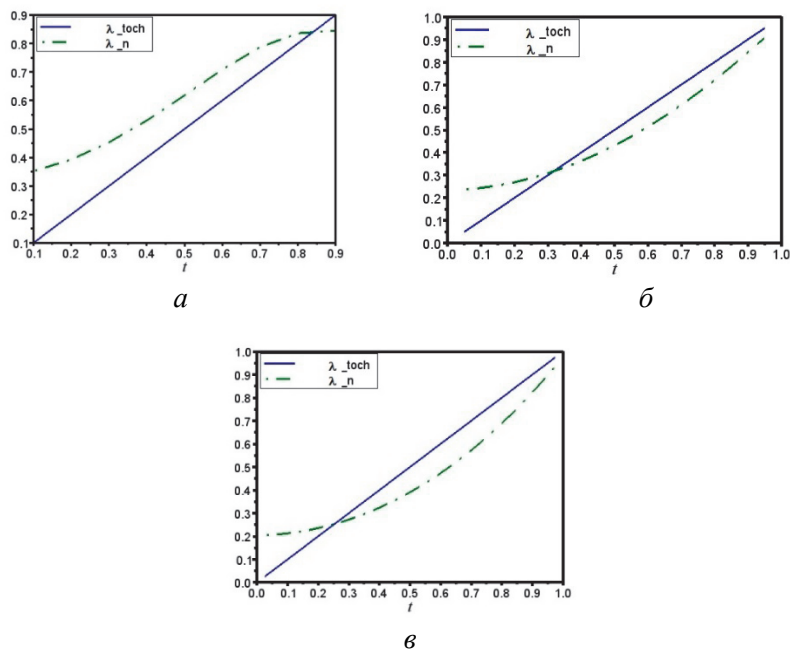


Рис. 2. Аналитически заданная (сплошная линия) и восстановленная функция λ (штрихпунктирная линия)

Следующая группа рисунков представляет случай, когда функция λ задана в виде $\lambda = 0,5e^t$. Остальные параметры модели (1) оставались аналогичными значениям параметров первого теста. Результаты тестов показали восстановление искомой функции на крупных сетках с требуемой точностью, как и в предыдущем случае (рис. 3).

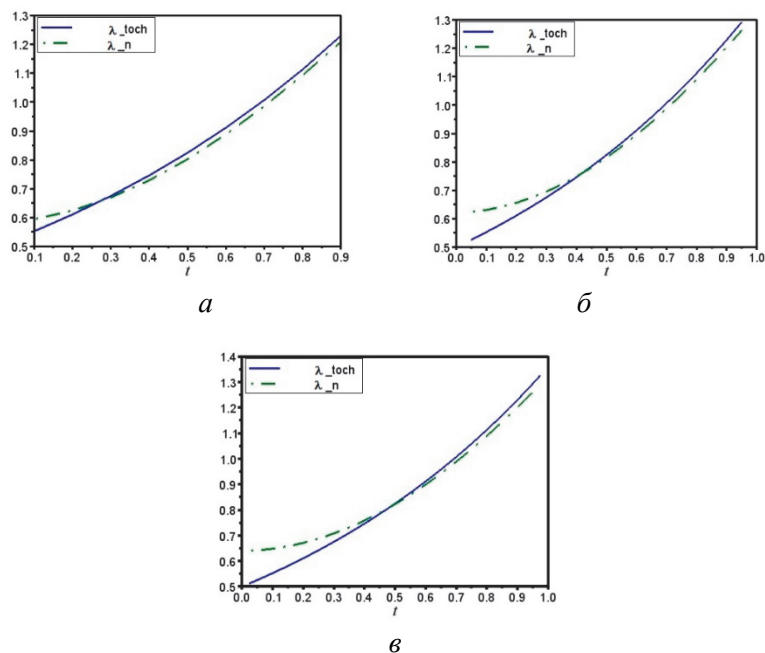


Рис. 3. Аналитически заданная (сплошная линия) и восстановленная функция λ (штрихпунктирная линия)

Следующие графики функций показывают результаты тестов для случая, когда функция φ задана в виде $\varphi(x, t) = (x - x^2)(t - t^2)$. Остальные параметры задачи (1) имеют вид: $f = (1 - 2t)(x - x^2) + 2\lambda(t - t^2) + k(x - x^2)(t - t^2)$, $\psi(x) = 0$, $\chi_1(t) = 0$, $\chi_2(t) = 0$, коэффициент диффузии $\lambda = 0,05(-0,11t^2 + 0,2t)$ и коэффициент $k = 0,001$.

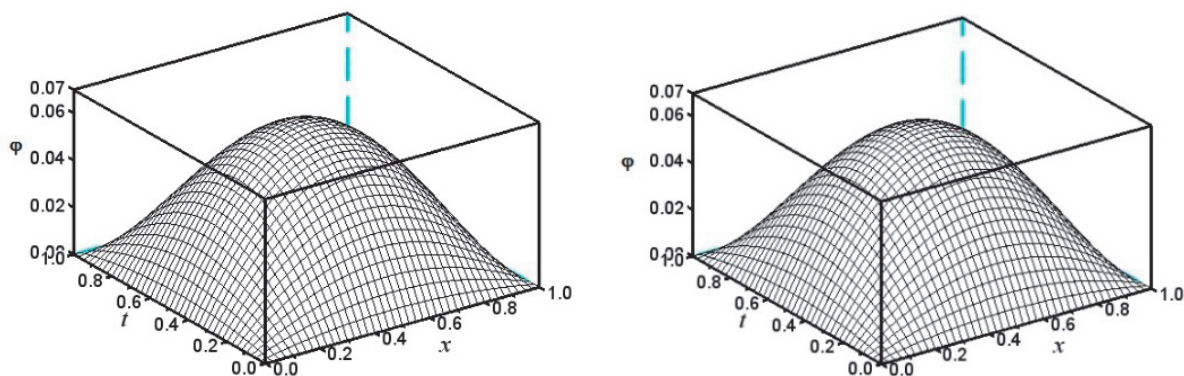


Рис. 4. Аналитически заданная φ (слева) и восстановленная функция φ (справа)

На рис. 4 и 5 представлены графики функций φ и λ для третьей группы численных экспериментов. Численный алгоритм решения обратной экстремальной задачи для модели переноса вещества в гидросфере позволил восстановить значения концентрации вещества φ и значения неизвестного параметра модели λ с требуемой точностью. На рис. 5 показана зависимость точности восстановления неизвестного параметра от величины шагов используемой сетки. Результаты расчетов приведены для сеток, где $n = 10, 20$ и 40 .

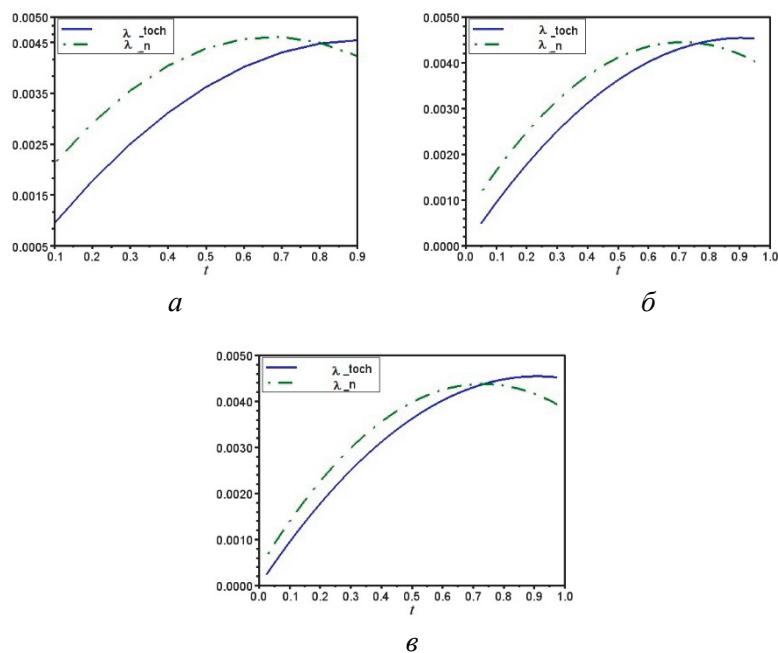


Рис. 5. Аналитически заданная (сплошная линия) и восстановленная функция λ (штрихпунктирная линия)

В данной работе была исследована обратная экстремальная задача для модели переноса вещества, описываемой нестационарным уравнением диффузии-реакции (1), рассматриваемого в ограниченной области при условии отсутствия загрязняющего вещества на границе или с постоянным его значением на границе. Проведены вычислительные эксперименты, которые подтвердили эффективность алгоритма численного решения обратной экстремальной задачи, основанного на методе сопряженных градиентов. Получены численные решения обратной экстремальной задачи для ряда частных случаев, которые помогли отследить зависимость восстановления неизвестных параметров модели переноса вещества от густоты выбираемых сеток.

Список литературы

1. Перекальский В.М., Абрамов Н.Н. Математическая модель распространения загрязняющих веществ в водном объекте // Вода: химия и экология. – 2012. – № 4. – С. 21–25.
2. Михайлов С.А. Диффузное загрязнение водных экосистем: методы оценки и мат. модели: анализ. Обзор / Рос. акад. наук. Сиб. отд-ние, ГПНТБ, Ин-т вод. и экол. проблем. – Барнаул: День, 2000. – 129 с. (Серия «Экология». Вып. 56). – С. 115–127.
3. Марчук Г.И. Математическое моделирование в проблеме окружающей среды. – М.: Наука, 1982. – 320 с.
4. Алексеев Г.В. Классические модели и методы математической физики. – Владивосток: Дальнаука, 2011. – 452 с.
5. Алексеев Г.В., Терешко Д.А. Анализ и оптимизация в гидродинамике вязкой жидкости. – Владивосток: Дальнаука, 2008. – 365 с.
6. Самарский А.А., Вабищевич П.Н. Численные методы решения обратных задач математической физики. – М: ЛКИ, 2009. – 480 с.
7. Клибанов М.В. Теорема единственности коэффициентных обратных задач теплопроводности с измерениями во внутренних точках тела // Инж.-физ. журнал. – 1985. – Т. 49, № 6. – С. 1006–1009.

8. Фроленков И.В., Романенко Г.В. О представлении решения одной обратной задачи для многомерного параболического уравнения с начальными данными в виде произведения // Журн. СФУ. Сер. Матем. и физ. – 2012. – Т. 5, № 1. – С. 122–131.
9. Калинина Е.А. Численное исследование обратной экстремальной задачи идентификации младшего коэффициента двумерного эллиптического уравнения // Дальневост. матем. журн. – 2005. – Т. 6, № 1-2. – С. 57–70
10. Борухов В.Т., Заяц Г.М., Цурко В.А. Идентификация коэффициента теплопроводности в нелинейном параболическом уравнении с возмущенными входными данными // Информатика. – 2008. – № 19. – С. 29–39.
11. Борухов В.Т., Заяц Г.М., Цурко В.А. Восстановление источников в нелинейных динамических системах параболического типа // Тез. докл. Междунар. матем. конф. «Актуальные проблемы анализа». – Гродно, 2009. – С. 115–116.
12. Вабищевич П.Н., Денисенко А.Ю. Численное решение коэффициентной обратной задачи для нелинейного параболического уравнения // Матем. моделирование. – 1989. – Ч. I, т. 8. – С. 116–126.
13. Soboleva O. V., Fershalov A. Yu. Numerical Analysis of Inverse Extremum Problems for the Nonlinear Nonstationary Diffusion-Reaction Equation // Key Engineering Materials. – 2016. – V. 685. – P. 42–46.
14. Бахвалов Н.С., Жидков Н.П., Кобельков Г.М. Численные методы. – М: Бином, 2003. – 632 с.
15. Алексеев Г.В. Численные методы решения задач математической физики: учеб. пособие. – Владивосток: ДВГУ, 1987. – 88 с.
16. Home-Scilab WebSite. – <http://www.scilab.org>.

O.V. Soboleva
Dalrybvtuz, Vladivostok, Russia

IDENTIFICATIONS OF UNKNOWN PARAMETERS OF THE MODEL DESCRIBING THE PROCESS OF TRANSFER OF THE POLLUTING SUBSTANCE IN THE HYDROSPHERE

In work the inverse extreme problem for the model of transfer of the polluting substance in the hydrosphere is considered. The algorithm of the numerical solution of the inverse extreme problem is investigated and values of unknown parameters of the specified model are restored.

Сведения об авторе: Соболева Ольга Владимировна, канд. физ.-мат. наук, доцент, e-mail: soboleva22@mail.ru.

УДК 551.553.21 (265.5)

А.С. Федулов, Л.И. Мезенцева
ФГБОУ ВО «Дальрыбвтуз», Владивосток, Россия

КЛИМАТИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ АТМОСФЕРНОЙ ЦИРКУЛЯЦИИ НА ДАЛЬНЕМ ВОСТОКЕ

Исследуются параметры атмосферной циркуляции над прибрежными районами Дальнего Востока и дальневосточными морями. Выявлено, что во второй половине XX–начале XXI вв. интенсивность муссонной циркуляции в районе исследования ослабевает; ослабевают как летняя, так и зимняя фазы муссона. Основной причиной ослабления летней фазы муссонной циркуляции является деградация циклонической активности над Ази-

ей, азиатская и амурская депрессии менее активны, по отношению к 50–60-м годам прошлого столетия.

Ключевые слова: циркуляция, муссон, депрессия, антициклон, антициклогенез, процессы, стадия, бассейн, давление, индекс, атмосферное.

В работе оцениваются изменения атмосферной циркуляции на Дальнем Востоке, в том числе над дальневосточными морями, во второй половине XX–начале XXI вв. Выявленные в работе тенденции атмосферной циркуляции во многом позволяют объяснить современные изменения гидрометеорологического режима в регионе: повышение зимних и летних температур воздуха над бассейном р. Амур, в Приморском крае, на Сахалине и в Японии, уменьшение летнего количества осадков над бассейном р. Амур, отдельными районами Охотского моря, на севере Китая [3, 8].

Для объективной оценки параметров атмосферной циркуляции были рассчитаны некоторые индексы: усредненные нормированные значения атмосферного давления и геопотенциальной высоты по выделенным районам, нормированные разности атмосферного давления между смежными районами (индексы подобные SOI – Southern Oscillation Index). Исходными данными для расчета индексов послужили данные реанализа NCEP/NCAR. Характеристики и упрощенные алгоритмы к расчету индексов приведены в таблице.

Характеристики индексов атмосферной циркуляции	Исходные данные в узлах сетки	Алгоритм расчета	Регион
Стандартизованное среднее значение	Давление на уровне моря; геопотенциальная высота изобарической поверхности 700 гПа	Значение усреднялось за месяц и по району, нормировалось относительно стандартного отклонения; за норму принимался период 1971–2000 гг.	1. Бассейн р. Амур – 45–55° с.ш., 115–130° в.д. 2. Северный отрог северотихоокеанского антициклона – 40–50° с.ш., 150–170° в.д. 3. Азиатская депрессия – 30–40° с.ш., 85–100° в.д. 4. Западный отрог северотихоокеанского антициклона – 30–40° с.ш., 150–170° в.д.
Стандартизованная разность атмосферного давления	Давление на уровне моря	Разность стандартизованных аномалий между смежными районами суши и океана, нормированная на стандартное отклонение разности	1. Между районами бассейн р. Амур и северный отрог северотихоокеанского антициклона – северная пара 2. Между районами азиатская депрессия и западный отрог северотихоокеанского антициклона – южная пара

Чередование полей давления определенного знака с устойчивым их преобладанием от сезона к сезону создает на Дальнем Востоке и над дальневосточными морями особый тип циркуляции – муссонный. Синоптические процессы при этом характеризуются ярко выраженной сезонностью, но находятся в определенном согласии с общепланетарными факторами.

В развитии летнего дальневосточного муссона принято выделять две стадии [4, 5]. Первая стадия продолжается с апреля по июнь. Поддерживается активным антициклогенезом над Охотским морем и понижением давления над бассейном Амура. В первой стадии муссон представляет собой очень холодное влажное морское воздушное течение.

В период второй стадии, примерно с июля по сентябрь, усиливается меридиональная компонента переноса воздуха. Северотихоокеанский субтропический максимум хорошо развит, часто смещен к западу и занимает большую часть акватории океана. Депрессия над Азией находится на пике развития. Вовлекаемый в муссонную циркуляцию влажный очень теплый субтропический воздух поступает на континент с южными, юго-западными ветрами. Вторая стадия муссона характеризуется обильными дождями. В прибрежной зоне Японского и Охотского морей и в целом на юго-востоке Азии максимум осадков в годовом ходе приходится именно на июль–август.

Проследивая многолетний ход муссонных индексов (стандартизованной разности атмосферного давления) вблизи дальневосточного побережья, можно видеть, что во второй половине XX в. наблюдалось ослабление интенсивности летнего дальневосточного муссона, особенно его второй фазы. Напряженность между барическими парами – амурской депрессией и северным отрогом северотихоокеанского антициклона и азиатской депрессией и западным отрогом северотихоокеанского антициклона ослабевала. Начало периода ослабления приходится на 1968 г., носит характер скачка от стадии обострения муссона к состоянию, близкому к среднему многолетнему с незначительными отклонениями в отдельные годы от нормы (лишь изредка индексы отклоняются от нормы более чем на 1σ – одно стандартное отклонение).

Ослабление летней стадии муссона демонстрируется на рис. 1 в виде многолетнего хода стандартизованной разности аномалий атмосферного давления между северной барической парой за период май–август (отрицательные значения индекса соответствуют усилению летней барической напряженности, положительные – ее ослаблению).

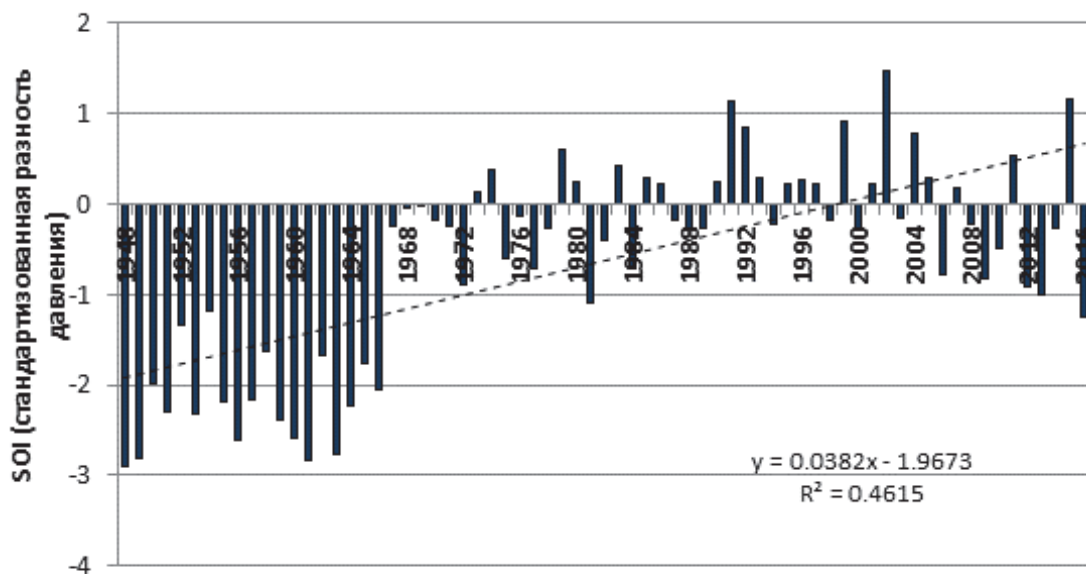


Рис. 1. Стандартизованная разность аномалий атмосферного давления, усредненная за май–август, между амурской депрессией и северным отрогом северотихоокеанского антициклона

Ослабление летней барической напряженности в муссонных районах определялось, прежде всего, деградацией летней дальневосточной и азиатской депрессий (рис. 2, 3); эти процессы продолжались и в начале XXI в. Полученные выводы согласуются с результатами исследований, изложенными в работах [6–8].

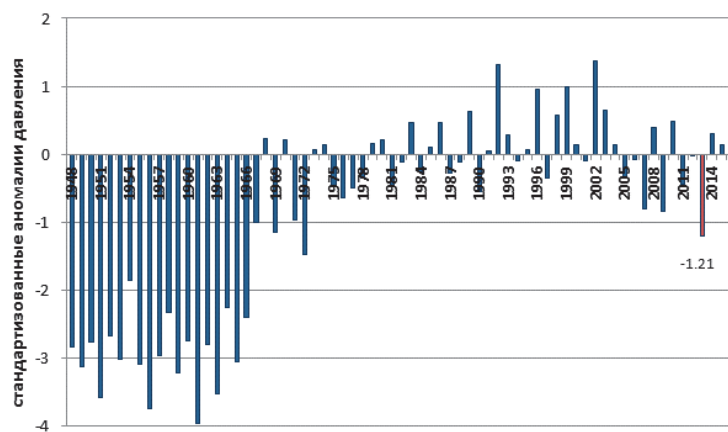


Рис. 2. Многолетний ход стандартизованных усредненных значений атмосферного давления в области амурской депрессии (45–55° с.ш., 115–130° в.д.) в мае–августе

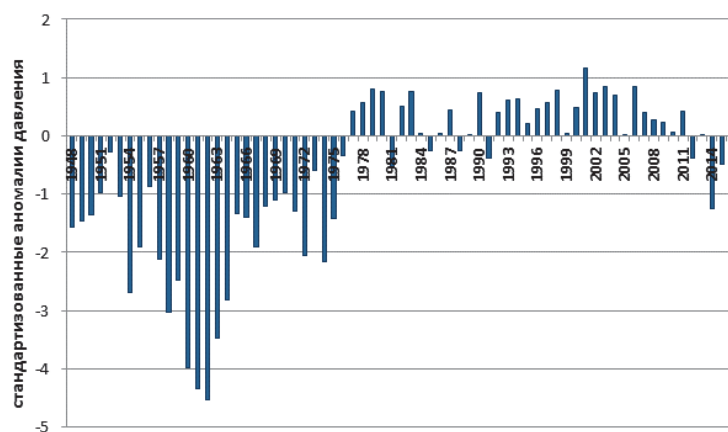


Рис. 3. Многолетний ход стандартизованных усредненных значений атмосферного давления в области азиатской депрессии (30–40° с.ш., 85–100° в.д.) в мае–августе

Процессы антициклогенеза над Охотским морем и прилегающими районами океана, ответственные за интенсивность летней муссонной циркуляции, не столь однозначны, имеют большую частоту изменчивости, чем процессы летнего циклогенеза над материком.

Здесь же следует отметить, что летние сезоны 2012 и 2013 гг. с высокой долей вероятности можно считать началом периода усиления летнего муссона. Амурская и азиатская депрессии, а вслед за этим и интенсивность выноса воздуха с моря на сушу приобрели черты, характерные для этих явлений в 50–60-е годы прошлого века.

В холодное полугодие благодаря характерному расположению барических пар континентальная часть занята обширным антициклоном, а океаническая – циклоном или серией циклонов, все прибрежные территории находятся в зоне больших барических и термических градиентов обратной направленности по отношению к теплomu полугодю. Создается циркуляция, благоприятная для стока холодного сухого воздуха с континента, преобладают ветры северных, северо-западных и западных направлений (с континента), количество осадков и влажность в непосредственной близости к матерiku незначительны. Таково проявление зимней стадии муссона.

В холодное полугодие состояние сибирского максимума в 90-х годах прошлого века и начале нового тысячелетия оценивается как близкое к норме или слабее обычного [1]; атмосферное давление над бассейном Лены также ниже средних многолетних значений [6]. Ослабление антициклогенеза над материком способствовало ослаблению зимней фазы муссона на Дальнем Востоке. Алеутская депрессия, несмотря на активное развитие, зачас-

тую занимала невыгодное восточное положение относительно среднего многолетнего положения [2].

На рис. 4 демонстрируется многолетний ход стандартизованной разности аномалий атмосферного давления между районами Азии в бассейне Амура и районами северо-западной части Тихого океана за период декабрь–март. В холодное полугодие при характерном распределении атмосферного давления положительные значения муссонного индекса говорят в пользу усиления зимней барической напряженности, отрицательные – об её ослаблении. Здесь использованы районы, по которым рассчитаны летние индексы, что не в полной мере характеризует процессы зимней муссонной циркуляции.

Из данных рис. 4 следует, что с середины 1960-х годов зимняя барическая напряженность в умеренных широтах ослабевала и тенденций к ее обострению не наблюдается до настоящего времени.

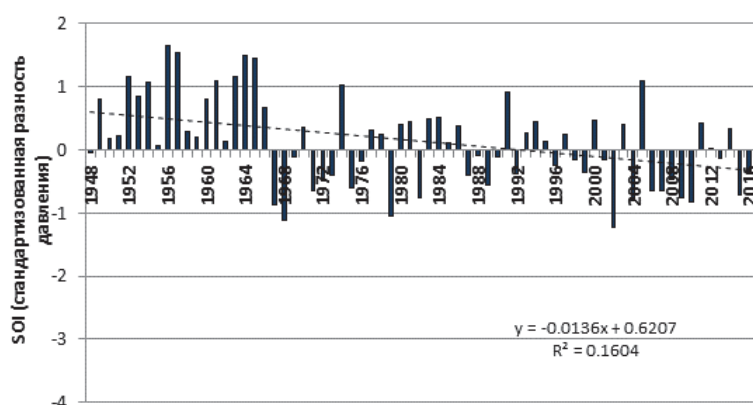


Рис. 4. Стандартизованная разность аномалий атмосферного давления между районами Азии (бассейн Амура) и районами северо-западной части Тихого океана за период декабрь–март

В заключение можно отметить следующее. Во второй половине XX в. в регионе, в том числе над Японским и Охотским морями, отмечался процесс ослабления муссонной циркуляции. Это относится к обеим стадиям летнего дальневосточного муссона и зимней фазе муссона. Ослабление летней барической напряженности в муссонных районах определялось деградацией азиатской и летней дальневосточной депрессий начиная с 1968 г. В последние годы XX и начале XXI вв. этому способствовал слабый антициклогенез над Охотским морем и прилегающими акваториями Тихого океана.

В холодное полугодие состояние сибирского максимума в 90-х годах прошлого века и начале нового тысячелетия оценивается как близкое к норме или слабее обычного, атмосферное давление над бассейном Лены также ниже средних многолетних значений, это способствовало ослаблению зимнего муссона на Дальнем Востоке. Алеутская депрессия, несмотря на активное развитие, зачастую занимала невыгодное для развития муссона восточное положение относительно среднего многолетнего.

Список литературы

1. Василевская Л.Н., Журавлева Т.М., Манько А.Н. Сезонные и многолетние изменения параметров сибирского антициклона // Тр. ДВНИГМИ – СПб.: Гидрометеоиздат, 2002. – Вып. 150. – С. 87–102.
2. Глебова С.Ю. Циклоническая деятельность над Азиатско-Тихоокеанским регионом зимой и ее влияние на термические условия дальневосточных морей и северо-западной части Тихого океана // Метеорология и гидрология. – 2011. – № 10. – С. 35–43.
3. Мещенина Л.А., Новороцкий П.В., Пономарев В.И. Климатические изменения и колебания стока Амура // Вестн. ДВО РАН. – 2007. – № 4. – С. 44–54.

4. Лисогурский Н.И., Петричев А.З. Распространение муссона над Восточной Азией и степень его устойчивости // Метеорология и гидрология – 1980. – № 5. – С. 54–59.
5. Сорочан О.Г. Некоторые особенности муссонной циркуляции Восточной Азии // Тр. ГГО – Л.: Гидрометеиздат, 1957. – Вып. 70. – С. 92–108.
6. Тунеголовец В.П. Интенсивность циклогенеза во второй половине XX столетия // Тр. ДВНИГМИ – Владивосток: Дальнаука, 2009. – Вып. 151. – С. 140–153.
7. Шатилина Т.А., Анжина Г.И. Изменчивость интенсивности дальневосточного муссона в 1948–2009 гг. // Изв. ТИНРО. – 2011. – Т. 167. – С. 146–159.
8. Yihui Ding et al. Weakening of the Asian Summer Monsoon and Its Impact on the Precipitation Pattern in China // International Journal of Water Resources Development. – 2010. – Vol. 26, I. 3. – P. 423–439.

A.S. Fedulov, L.I. Mezentseva
Dalrybvtuz, Vladivostok, Russia

CLIMATE CHANGES OF ATMOSPHERIC CIRCULATION IN THE FAR EAST REGION

The parameters of atmospheric circulation in the Far East during late XX – early XXI centuries were obtained in this exploration. Due to our work it was found that in the second half of XX century and in the first half of XXI century the monsoon's circulation intensity in observed area had a trend of weakening both summer and winter monsoon's phases. In this observation was revealed the main reason of monsoon's summer phase weakening – degradation of cyclonic activity over Asia, both asian and amur depressions are tend to less activity in comparison with 1950–1960s of the past century.

Key words: *circulation, monsoon, depression, anticyclone, anticylogenesis, processes, stage, pool, pressure, atmospheric index.*

Сведения об авторах: Федулов Александр Сергеевич, аспирант; Мезенцева Людмила Ивановна, канд. геогр. наук, доцент.

УДК 597.556.333.1:[597–1.05+597–11]:597–116(262.54)

Н.И. Цема
ФГБНУ «Азовский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства»,
Ростов-на-Дону, Россия

ОЦЕНКА РАЗНОКАЧЕСТВЕННОСТИ ФИЗИОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ БЫЧКА-КРУГЛЯКА *NEOGOBIUS MELANOSTOMUS* (PALLAS. 1814) ИЗ АЗОВСКОГО МОРЯ В ПРЕДНЕРЕСТОВЫЙ ПЕРИОД

Представлены результаты исследований репродуктивного качества производителей бычка-кругляка из Азовского моря в преднерестовый период с использованием физиолого-биохимических показателей. Дана оценка репродуктивного потенциала самок из разных районов вылова. Делается вывод о том, что снижение трофических показателей производителей бычка-кругляка из Таганрогского залива может быть причиной неэффективного нереста в 2016 г.

Ключевые слова: *бычок-кругляк, Азовское море, индекс печени, индекс гонад, плодовитость, каротиноиды, трофические показатели.*

В последнее десятилетие бычки занимают большое место в рыболовстве Азовского моря. В настоящее время 90–97 % промысловых уловов бычков в Азовском море составляет бычок-кругляк [1]. Максимальные уловы отмечены в 1950–1960-е годы – 50–90 тыс. т [2] при промысловых запасах 100–150 тыс. т. В дальнейшем уловы снижались, в 1980–1990-е годы они не превышали 1,0 тыс. т. Это объясняется сокращением запасов бычка в связи с осолонением моря до 11,5–12,5 ‰, заилением нерестилищ в 1970-е годы, переловом в 1950–1960 гг. До конца XX в. запасы бычков, по данным сотрудников отдела промысловой ихтиологии АзНИИРХ, находились в депрессивном состоянии. В период 2004–2006 гг. благодаря распреснению моря до оптимальной для бычков величины (10–11 ‰) они стали восстанавливаться [3]. В 2015–2016 гг. по материалам отдела ихтиологии промысловые запасы бычка-кругляка превысили уровень 2004–2005 гг. и составили 90 тыс. т. Однако общая биомасса бычка не достигла уровня 1960-х годов.

В связи с этим мониторинг физиолого-биохимического состояния популяции бычка-кругляка, в частности его репродуктивного качества, – весьма актуален.

В преднерестовый период в печени рыб происходит накопление резервных веществ и интенсификация метаболических процессов, необходимых для созревания гамет. Эти процессы сопровождаются гипертрофией клеток и значительным увеличением массы печени, ферментативные системы которой наряду с детоксикацией поллютантов осуществляют метаболизм физиологически активных веществ, в том числе половых стероидных гормонов [4, 5]. У самок рыб печень под воздействием эстрогенов синтезирует вителлогенин и белки – предшественники основных белков желтка яйцеклеток и их оболочек. В печени происходят основные процессы трансформации липидов, входящих затем в состав желтка. В ней синтезируются и некоторые белки плазмы крови, доставляющие в репродуктивные ткани необходимые гормоны и витамины. Активация детоксикационной функции печени под воздействием ксенобиотиков сказывается на клиренсе половых гормонов и их биологической активности, ведет к снижению уровня липидных антиоксидантов (токоферол, ретинол, каротиноиды), необходимых для репродуктивной функции рыб [6]. Одним из важных биомаркеров репродуктивной функции самок рыб являются каротиноиды печени и гонад. Эти пигменты характеризуются высокой полифункциональностью: они участвуют в пигментации и размножении, дыхании и окислительном метаболизме клеток, тесно связанных с липидным и жирнокислотным обменом, обеспечивают рыб витамином А; обладают антиоксидантными свойствами и способны ингибировать процессы перекисного окисления липидов [7, 8]. Присутствие каротиноидов в пище культивируемых лосося и леща значительно увеличивало эффективность их размножения, ускоряло развитие икры, оплодотворение и личиночный рост [9]. В работе по исследованию репродуктивного качества самок осетра из Азовского моря в преднерестовый период было предложено использовать каротиноиды в печени и гонадах как биомаркер репродуктивной устойчивости рыб в условиях антропогенного загрязнения [10]. Изучение процессов аккумуляции каротиноидов в печени и гонадах рыб является актуальным для выяснения причин и биохимических механизмов развития функциональных нарушений в репродуктивной функции рыб, их способности к размножению и пополнению популяции в современных условиях обитания.

Цель настоящей работы – оценка физиологического состояния производителей бычка-кругляка *Neogobius melanostomus* (Pallas, 1814) с использованием физиолого-биохимических показателей в преднерестовый период.

Задача – исследовать физиолого-биохимические показатели рыб для оценки репродуктивного потенциала бычка-кругляка, выловленного в преднерестовый период в разных акваториях Азовского моря.

Бычки были отобраны в преднерестовый период в юго-восточной части Азовского моря (пос. Ачуево) в первой декаде апреля при температуре воды 9,8 °С и Таганрогском заливе (пос. Весело-Вознесенка) в конце 3-й декады апреля при температуре воды 13 °С.

Проведен биологический анализ 49 рыб: определяли пол, длину, массу тела, печени и гонад, плодовитость, стадию зрелости гонад (СЗГ). В печени и икре рыб определяли уро-

вень каротиноидов, в печени, гонадах и мышцах – содержание жира, в мышцах – белка. Величину индекса печени (ГПСИ) и индекса гонад (ГСИ) рассчитывали как отношение массы печени и гонад к массе тушки рыбы, выраженное в процентах.

Обследованы самцы бычка-кругляка в возрасте 2–3 года и самки 2-годовики. Самцы были длиной 11,5–11,6 см, массой 69,2–72,6 г, самки – 11,5–11,6 см и 40,4–42,5 г соответственно. Индексы печени и гонад у самцов составляли 3,5–3,8 % и 2,3–2,6 %. Жир в печени, гонадах и мышцах самцов из Азовского моря составлял 68,4, 11,9 и 2,8 %; у самок – 34,9, 21,8, 2,4 % соответственно. Содержание жира в печени у самцов из Таганрогского залива было на уровне значений у самцов из Азовского моря (70,6 %), а в гонадах и мышцах снижено в 2–4 раза и составило 6,2 и 0,7 % (табл. 1). Жир в печени самок из Таганрогского залива был на 50 % выше, чем у самок из Азовского моря, и составил 50,6 %, жир в гонадах был снижен на 23 % , в мышцах – в 2,4 раза. Содержание белка в мышцах самок и самцов из Таганрогского залива почти в 2 раза превышало значения у самок и самцов из Азовского моря.

Таблица 1

Показатели физиологического состояния бычка-кругляка из Азовского моря в преднерестовый период 2016 г.

Показатели	Азовское море (район пос. Ачуево)		Таганрогский залив (пос. Весело-Вознесенка)	
	Самки	Самцы	Самки	Самцы
Масса, г	42,5	69,2	40,4	72,6
Длина, см	11,5	13,6	11,6	14,1
Возраст, годы	2	2–3	2	2–3
Коэффициент упитанности по Фультону	2,74	2,74	2,61	2,60
Индекс печени, %	3,7	3,8	3,7	3,5
Стадии зрелости гонад (СЗГ)	IV, IV–V, V	III, V	II–III, III, III–IV, IV, V	III, V
Индекс гонад, %	18,6	2,3	10,1	2,6
Жир мышц, %	2,4	2,8	1,0	0,7
Жир печени, %	34,9	68,4	50,6	70,6
Жир гонад, %	21,8	11,9	16,8	6,2
Белок мышц, %	17,5	18,9	34,3	30,5
Концентрация каротиноидов в печени, мкг/г	1,50	2,65	1,50	0,60
Концентрация каротиноидов в гонадах, мкг/г	10,20	2,30	2,40	0,50

Коэффициенты упитанности самцов и самок были на уровне среднемноголетних значений и составили соответственно 2,74 и 2,61 %. Индекс печени самок из обоих районов исследования в преднерестовый период был также на уровне значений нормально созревающих самок в нерестовый период и составил 3,7 %.

Гонады самцов были в основном III стадии зрелости и только у 8 % самцов из Азовского моря и 12 % самцов из Таганрогского залива – V стадии зрелости. У самок была отмечена асинхронность развития половых клеток, что является нормой для рыб с длительным многократным порционным икрометанием. Яичники самок из Азовского моря были IV, IV–V и V стадии зрелости, гонады самок из Таганрогского залива были менее зрелыми – II–III, III, III–IV, IV, IV и V стадий зрелости. Патологий развития в исследуемый период не отмечено. В табл. 2, 3 представлены материалы, характеризующие репродуктивное качество самок бычка-кругляка в преднерестовый период.

Таблица 2

Характеристика степени зрелости самок бычка-кругляка из бассейна Азовского моря в преднерестовый период 2016 г. (количество самок, %)

Стадия зрелости гонад	II–III	III	III–IV	IV	IV-V	V
Место вылова						
Азовское море (пос. Ачуево)	-	-	-	22	33	45
Таганрогский залив (пос. Весело-Вознесенка)	23	19	10	19	19	10

Представленные в табл. 2 данные показывают, что в период исследования практически все самки из Азовского моря были зрелыми, а в Таганрогском заливе только 50 % самок были готовы к нересту.

Таблица 3

Характеристика репродуктивного качества самок бычка-кругляка из Азовского моря в преднерестовый период 2016 г.

СЗГ	ГСИ, % (на тушку)	Концентрация каротиноидов в икре, мкг/г / абсолютное содержание каротиноидов в икре, мкг	Средний диаметр ооцитов первой генерации, мм	Число порций	Среднее количество икринок порции		Общая плодовитость, шт.	ГпСИ, % (на тушку)
					шт.	%		
Таганрогский залив (пос. Весело-Вознесенка)								
III–IV	6,54	1,56/2,73	1,20	3	332	8,7	3822	4,25
IV	12,35	0,91/4,23	2,10	3	561	37,7	1489	4,0
IV–V	14,04	3,01/13,01	2,47	3	581	32,9	1764	2,33
V	23,25	3,62/27,15	2,30	3	2081	62,0	3358	3,0
Азовское море (район пос. Ачуево)								
IV	13,79	9,23/48,43	1,90	3	960	23,2	4140	5,0
IV–V	16,69	10,67/53,33	1,85	2	791	59,6	1326	3,10
V	23,94	10,33/73,07	1,82	2	1122	76,4	1469	3,40

Общая плодовитость самок из Таганрогского залива варьировала в пределах 1489–3822 шт., а у самок из Азовского моря – 1469–4140 шт. Число порций производителей из Таганрогского залива было несколько выше, чем у самок из Азовского моря.

Для оценки репродуктивного качества бычка-кругляка, являющегося бентофагом и обитающего в негативных условиях среды, определяли удельное содержание каротиноидов в икре и печени самок. Каротиноиды, являющиеся биомаркерами антиоксидантной защиты, функционально связаны с репродукцией рыб. Было отмечено резкое снижение концентрации каротиноидов в печени самок от 6,7 до 1,5, в печени самцов от 6,9 до 1,5 мкг/г сырой ткани по сравнению со значениями прошлых лет, что может свидетельствовать о влиянии неблагоприятных условий среды на физиологическое состояние производителей бычка-кругляка. Дефицит каротиноидов в печени приводит к снижению репродукционного потенциала рыб. Среднее значение концентрации каротиноидов в икре самок и гонадах самцов из Азовского моря в преднерестовый период 2016 г. было в 4 раза выше

значений, отмеченных у самок из Таганрогского залива. Абсолютное содержание каротиноидов в икре самок различных стадий зрелости из Азовского моря в 4–12 раз превышало значения у самок из Таганрогского залива (табл. 3). У некоторых самцов из Таганрогского залива в печени и гонадах каротиноиды вовсе не были обнаружены.

Возможно, низкие значения каротиноидов в печени производителей в исследуемый объясняются воздействием теплой зимы и в результате этого повышенными энергетическими тратами на активную подвижность рыб, а также влиянием других неблагоприятных факторов среды (токсический эффект ксенобиотиков).

Так, в более ранней нашей работе [11] результаты химического анализа не выявили превышения принятых санитарных нормативов по содержанию хлорорганических пестицидов и тяжелых металлов (кадмия и свинца) в печени рыб разных районов исследования (табл. 4). Однако было показано, что содержание цитохрома P450 ($r_s = 0,72$, $p < 0,05$) и активность глутатион-S-трансферазы ($r_s = 0,81$, $p < 0,05$) положительно коррелируют с уровнем ХОП в печени самцов.

Таблица 4

Средние концентрации приоритетных токсикантов в печени бычка-кругляка прибрежных районов Азовского моря в 2011 г.

Место отбора	ХОП, мкг/кг	НУ, мг/кг	Pb, мг/кг	Cd, мг/кг
пос. Весело-Вознесенка	361	4	0,34	0,011
г. Таганрог, порт	965	6	0,32	0,008
ст. Должанская	328	10	0,05	0,014
к. Долгая	166	9	0,14	0,011
ст. Камышеватская	57	4	0,07	0,005
пос. Ачуево	147	106	0,06	< 0,005
г. Темрюк, порт	279	16	0,08	0,005
г. Тамань	110	23	0,05	0,054
Допустимый уровень	3000	Не уст.	1	0,7

При анализе корреляционных связей с тяжелыми металлами была обнаружена сильная отрицательная зависимость между компонентами микросомальной гидроксидирующей системы и концентрацией Cd в печени бычков (табл. 5).

Таблица 5

Коэффициенты корреляции между концентрацией кадмия и молекулярными биомаркерами в печени рыб ($p < 0,05$)

Показатель	b5	P450	P450 + P420
Cd в печени	-0,78	-0,76	-0,88

Исследуемые ферменты участвуют не только в метаболизме ксенобиотиков, но и в метаболизме эндогенных биологически активных веществ: кортикоидных и тиреоидных гормонов, андрогенов, катехоламинов, витаминов группы D, холестерина и др., поэтому нарушение их синтеза или снижение активности может также вызывать нарушения репродуктивной функции и других процессов в организме рыб [12, 13]. Накопление тяжелых металлов в организме рыб представляет серьезную угрозу для их репродукции. Было также доказано, что ТМ оказывают влияние на работу эндокринной системы, качество и количество гамет, нарушают гаметогенез. Действие таких тяжелых металлов, как кадмий и медь, связано с нарушениями сперматогенеза, ингибированием ряда ферментов и нарушениями в структуре ДНК [14–16]. В результате этих нарушений снижаются эффективность опло-

дотворения и количество жизнеспособной икры [14, 17]. Следствием накопления токсикантов в печени, по мнению авторов другой работы, может быть нарушение структуры печени, замедление переноса трофических веществ из печени в гонады и в дальнейшем задержка развития репродуктивной системы [18].

Таким образом, результаты исследований физиологического состояния производителей бычка-кругляка в преднерестовый период 2016 г. позволили выявить негативное влияние среды обитания на репродуктивное качество производителей из Таганрогского залива (пос. Весело-Вознесенка). Это проявилось в повышенном содержании жира в печени самок, понижении жира в икре, снижении жира в гонадах самцов, крайне низких концентрациях каротиноидов в печени производителей, пониженном содержании каротиноидов в икре. В результате этого самки и самцы из Таганрогского залива отстают по срокам созревания от производителей из Азовского моря. Снижение трофических показателей в гонадах производителей из Таганрогского залива может быть причиной неэффективного нереста: снижения плодовитости самок, жизнестойкости потомства и как следствие – темпов пополнения популяции.

Список литературы

1. Александрова У.Н., Корпакова И.Г., Фроленко Л.Н. Особенности развития зообентоса и питание Азовского бычка-кругляка *Neogobius melanostomus* в условиях осолонения Азовского моря // Вопросы рыболовства. – М., 2013. – Т. 14, № 4(56). – С. 617–633.
2. Бондаренко Т.С., Ращеперин В.К. К методике учета численности молоди бычков в Азовском море // Рыбохозяйственные исследования в Азовском бассейне по запасам рыб и условиям их обитания. – М., 1963. – Вып. VI. – С. 111–117.
3. Цема Н.И., Александрова У.Н., Самарская Е.А. Оценка состояния нерестовой части популяции бычка-кругляка *Neogobius melanostomus* (Pallas, 1814) Азовского моря в современный период // Основные проблемы рыбохозяйственных водоемов Азово-Черноморского бассейна: тр. АзНИИРХ. – Ростов н/Д, 2012. – С. 271–284.
4. Gallagher E.P., Gross T.S., Sheehy K.M. Decreased glutathione-S-transferase expression and activity and altered sex steroids in Lake Apopka brown bullheads (*Ameiurus nebulosus*) // Aquat. Toxicol. – 2001. – Vol. 55. – P. 223–237.
5. Ирейкина С.А. Молекулярные биомаркеры антиоксидантной системы и биотрансформации загрязняющих веществ у рыб и моллюсков из импактных районов залива Петра Великого (Японское море): автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Владивосток: ТИНРО, 2008. – 20 с.
6. Дудкин С.И., Колесникова Л.В., Цема Н.И. Пищевые цепи и репродуктивная биология рыб в условиях антропогенного загрязнения // Тез. докл. Междунар. науч. конф. «Проблемы естественного и искусственного воспроизводства рыб в морских и пресноводных водоемах». – Ростов н/Дону: ЦВВР, 2004. – С. 47–49.
7. Nakano T., Tosa M., Takeuchi M. Improvement of biochemical features in fish health by red yeast and synthetic astaxanthin // J. Agric. Food Chem. – 1995. – Vol. 43. – P. 1570–1573.
8. Nakano T., Kanmuri T., Sato M., Takeuchi M. Effect of astaxanthin rich red yeast (*Phaffia rhodozyma*) on oxidative stress in rainbow trout // Biochim. Biophys. Acta. – 1999. – Vol. 1426. – P. 119–125.
9. Torrissen O.J., Christiansen R. Requirements for carotenoids in fish diets // J. Appl. Ichthyol. – 1995. – Vol. 11. – P. – 225–230.
10. Цема Н.И., Дудкин С.И. Каротиноиды тканей самок русского осетра – биомаркеры устойчивости репродуктивной функции в условиях антропогенного загрязнения // Материалы науч.-практ. конф. «Современные фундаментальные проблемы гидрохимии и мониторинга качества поверхностных вод России». – Ростов н/Дону, 2009. – Ч. 2. – С. 222–225.
11. Карапетьян О.Ш., Павленко Л.Ф., Короткова и др. Влияние накопления приоритетных токсикантов в печени бычка-кругляка *Neogobius melanostomus* Азовского моря на морфометрические и молекулярные биомаркеры данного вида рыб // Современные про-

блемы науки и образования [Электронный ресурс]. – 2012. – № 1. – URL: <http://www.science-education.ru/101-5429>.

12. Христофорова Н.К. Биоиндикация и мониторинг загрязнения морских вод тяжелыми металлами. – Л.: Наука, 1989. – 192 с.

13. Исидоров В.А. Введение в курс химической экотоксикологии: учеб. пособие. – СПб., 1997. – 88 с.

14. Dietrich G.J., Kowalski R., Wojtczak M., Rzemieniecki A., Ciereszko A., Glogowski J. Computer-assisted sperm motility analysis (CASA) as a tool for monitoring the effects of sub-lethal doses of heavy metals on sturgeon spermatozoa. (in Polish) // Breeding, rearing and prophylaxis in sturgeons and other fish species / ed. Z. Zakes; Inland Fisheries Institute. – 2004. – P. 43–48.

15. Dietrich G.J., Szyrka A., Wojtczak M., Dobosz S., Goryczko K., Zakowski L., Ciereszko A. Effects of UV irradiation and hydrogen peroxide on DNA fragmentation, motility and fertilizing ability of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) spermatozoa // Theriogenology. – 2005. – Vol. 64, № 8. – P. 1809–1822.

16. Jezierska B., Witeska M. Metal toxicity to fish. Monographs № 42. – Poland: University of Podlasie, 2001. – 318 p.

17. Rurangwa E., Roelants I., Huyskens G., Ebrahimi M., Kime D.E. The minimum effective spermatozoa to egg ratio for artificial insemination and the effects of mercury on sperm motility and fertilization ability in *Clarias gariepinus* // Journal of Fish Biology. – 1998. – Vol. 53. – P. 402–413.

18. Цема Н.И., Самарская Е.А., Дудкин С.И. Оценка репродуктивного качества производителей бычка-кругляка *Neogobius melanostomus* из Азовского моря в современный период // Вопр. рыболовства. – 2013. – Т. 14, № 4(56). – С. 703–714.

N.I. Tsema

Azov Sea Research Fisheries Institute, Rostov-on-Don, Russia

ASSESSMENT OF DIFFERENT PHYSIOLOGICAL CONDITION OF THE ROUND GOBY BREEDERS *NEOGOBIUS MELANOSTOMUS* (PALLAS, 1814) FROM THE SEA OF AZOV IN THEIR PRE-SPAWNING PERIOD

The physiological and biochemical parameters of round goby breeders from the Azov Sea in their pre-spawning period have been studied and the results on their reproductive quality are presented. The reproductive potential of females caught in different areas of the sea is assessed. It is concluded that inefficient spawning of round goby breeders from the Taganrog Bay in 2016 may be caused by a decrease in fat and protein concentrations in the fish diet.

Key words: goby-round, Azov Sea, liver index, gonad index, fertility, carotenoids, trophic parameters.

Сведения об авторе: Цема Нина Ивановна, канд. биол. наук, старший научный сотрудник, e-mail: tsema-nina@yandex.ru.

УДК 556.5:581.526.325.2:504.062

Н.А. Цупикова, О.С. Бугранова, В.В. Моисеенко
ФГБОУ ВО «КГТУ», Калининград, Россия

ВОЗМОЖНОСТЬ ОРГАНИЗАЦИИ РЫБОВОДНОГО ХОЗЯЙСТВА НА БАЗЕ ПРУДА ЯНТАРНОГО (КАЛИНИНГРАДСКАЯ ОБЛАСТЬ)

Приводится анализ современного экологического состояния пруда Янтарного на основании изучения ключевых гидрохимических показателей (содержание растворенного ки-

слорода, биогенных элементов, величина перманганатной окисляемости) и количественных и качественных показателей фитопланктона. Данные получены авторами в ходе ежемесячного мониторинга. Рассматривается соответствие названных показателей нормативам для рыбоводных водоемов. Выявлено, что водоем относится к категории чистых, олигосапробных и представляет возможности для использования в рыбоводных целях, в частности для развития рекреационной аквакультуры.

Согласно Стратегии развития аквакультуры [1] в последние годы в России вблизи крупных мегаполисов стремительно начало развиваться рыбоводство на водоемах площадью до 10 га. Данный вид использования водных ресурсов играет очень важную роль в сельскохозяйственном и рыбохозяйственном секторе экономики, что в свою очередь оказывает значительное влияние на развитие небольших городов. На территории России находится свыше двух миллионов озер и большое количество прудов и водохранилищ. В основном это небольшие водоемы с площадью водной поверхности менее 1 км². Многие из них представляют интерес как возможная база для развития аквакультуры.

Пруд Янтарный расположен в муниципальном образовании «Янтарный городской округ» между поселками Янтарный и Синявино (в западной части Калининградской области, на расстоянии 200 м от побережья Балтийского моря) (рис. 1).



Рис. 1. Схема пруда Янтарного

Ранее это место занимал карьер «Вальтер», где добывался янтарь (открытым способом) в период с 1913 по 1972 г. Когда янтароносные породы были отработаны, специалистами было принято решение о его закрытии в связи с разработкой нового карьера с более высоким содержанием янтаря. В старом карьере «Вальтер» перестали осуществлять водопонижение (т.е. откачивать воду), и он заполнился родниковыми и грунтовыми водами, в результате чего образовался искусственный водоем – пруд Янтарный [2]. В настоящее время его глубина достигает до 30 м, площадь составляет около 0,8 км² [3]. Вода в карьере пресная, летом 2016 г. температура воды колебалась в диапазоне от 17 до 25 °С, а в январе

2016 г. наблюдался ледостав. На прибрежной территории озера располагаются официальное место для купания, кафе, дайвинг-центры и яхт-клуб (рис. 1).

В период 1979–1983 гг. рыбколхозом «Труженник моря» на водоеме было организовано садковое рыбоводное форелевое хозяйство [2]. Часть молоди форели, уходя из садков, заселила водоем, но по истечении нескольких лет после ликвидации хозяйства была выловлена местными рыбаками, так как выращиваемый вид форели не мог размножаться в естественных условиях.

Целью исследования является изучение текущего экологического состояния пруда Янтарного в Калининградской области с точки зрения его пригодности для создания рыбоводного хозяйства. Экологическое состояние водоема оценивалось по содержанию биогенных веществ, растворенного кислорода и перманганатной окисляемости, так как повышение против фоновых значений количества органических и биогенных веществ в обычных условиях или в несоответствующие периоды свидетельствует о его загрязнении, а также была выбрана биоиндикация с использованием фитопланктона, который оказывает прямое воздействие на качество воды, а показатели его количественного развития дают возможность характеризовать трофический статус водоема. Для исследования гидрохимических и альгологических показателей водоема были выбраны две поверхностные прибрежные станции в западной и южной части пруда (в местах наибольшей рекреационной нагрузки), с других сторон берега труднодоступные и обрывистые, хотя и весьма живописные. Анализ гидрохимических проб проводился в гидрохимической лаборатории КГТУ по стандартным методикам для объемных и колориметрических методов [4], а проб – фитопланктона в соответствии с общепринятыми гидробиологическими методиками [5].

Результаты наблюдений показали, что гидрохимические показатели на обеих станциях очень близки, за некоторым исключением для биогенных веществ.

По данным статистики, около 90 % всех случаев гибели рыбы в рыбхозах России вызвано нарушениями кислородного режима [6]. Содержание растворенного в воде кислорода в пруду Янтарном довольно высокое (рис. 2, а) и имеет ярко выраженный сезонный ход. Максимальное насыщение достигается в летние месяцы и в ноябре. Абсолютная концентрация не опускается ниже уровня требований, установленных для летних форелевых и карповых прудов, но в феврале 2016 г. значения оказались чуть ниже предельных значений для зимовальных прудов [7].

Согласно классификации О.А. Алекина [8], перманганатная окисляемость в теплое время года характеризовалась как «средняя», в осенне-весенний период – «малая», а в зимние месяцы опускалась до очень малой (рис. 2, б), что связано с уменьшением содержания органических веществ после завершения вегетационного периода. По величине перманганатной окисляемости воды пруда отвечают требованиям для всех видов рыбоводных водоемов [7].

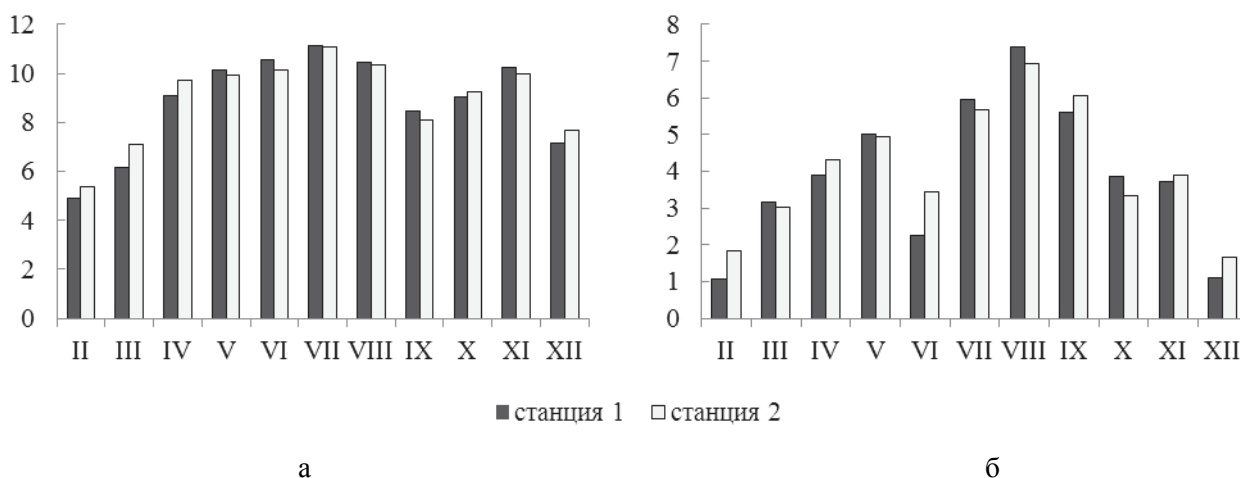


Рис. 2. Годовой ход содержания растворенного кислорода, мг/л (а) и величины перманганатной окисляемости, мгО/л (б) в 2016 г.

Содержание биогенных элементов (рис. 3, 4) в пруду Янтарном в целом невелико и в основном не превышает допустимых значений как для карповых, так и для форелевых водоемов. Содержание железа имеет закономерный сезонный ход (рис. 3, а) и возрастает в зимние месяцы вследствие увеличения доли грунтового питания водоема. Содержание фосфатов (рис. 3, б) резко увеличивается в зимние месяцы во время дождевых паводков. Во время исследований на протяжении первой половины 2016 г. было установлено, что после атмосферных осадков происходит резкое увеличение концентрации фосфатов на ст. 1 (в 20 раз и более), и в течение нескольких дней их содержание снижается в десятки раз. Данное явление связано с близким расположением к водоему янтароносных и сопутствующих им фосфорноносных пород [9] и, как следствие, смывом фосфоритов с крутого глинистого берега.

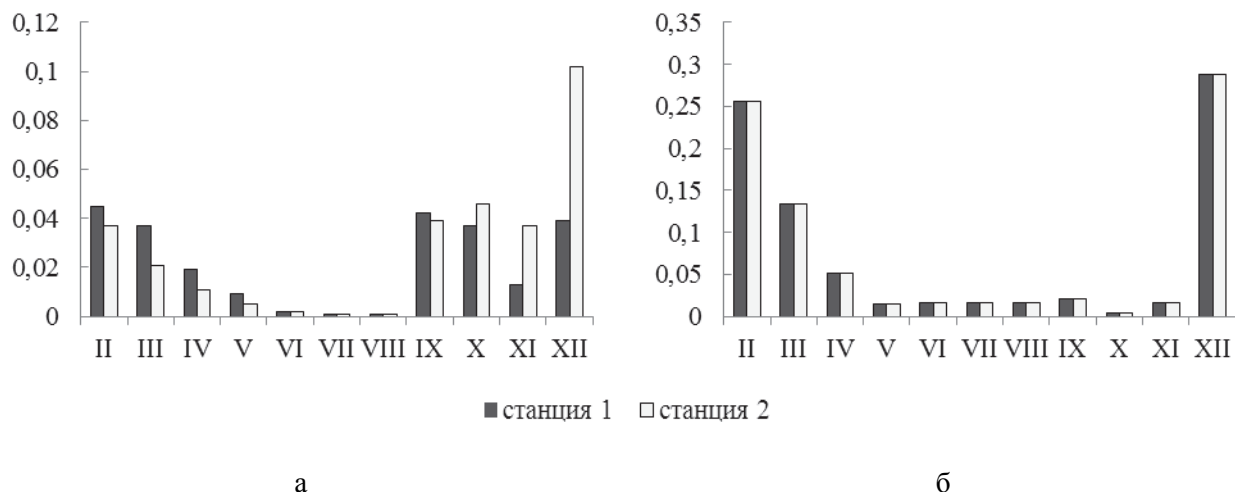


Рис. 3. Годовой ход содержания железа общего (а) и фосфатов (б), мг/л, в 2016 г.

Содержание азота аммонийного также невелико и имеет пиковые значения в холодное время года (рис. 4, а), которые, тем не менее, не выходят за пределы нормы даже для зимовальных прудов. Однако концентрации нитритов, несмотря на низкие значения в целом, слегка возрастают в осенне-зимний период, что недопустимо для зимовальных прудов. Резкий скачок их содержания в октябре, особенно на ст. 2 (в десятки раз), явно свидетельствует о свежем загрязнении.

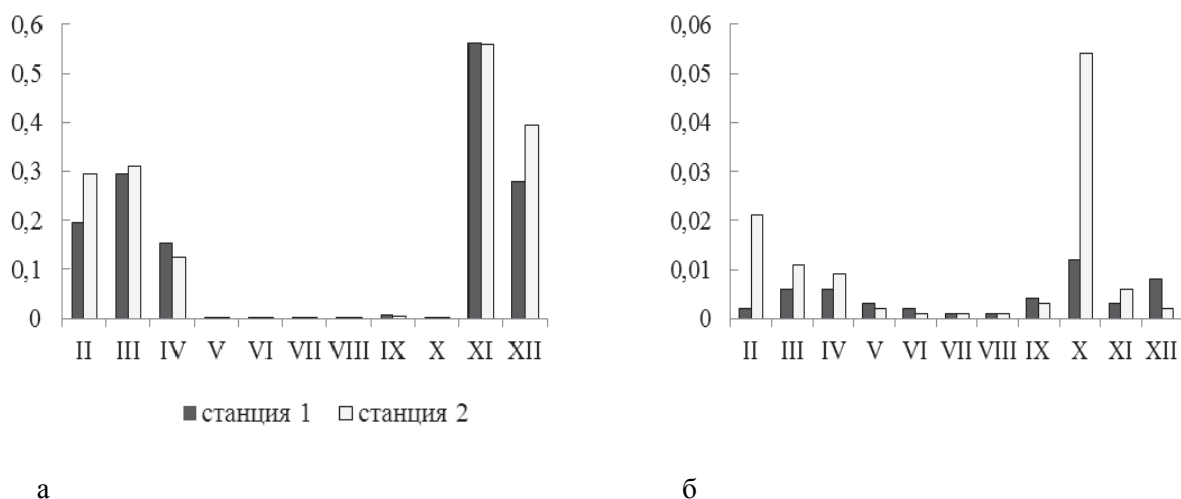


Рис. 4. Годовой ход содержания азота аммонийного (а) и нитритов (б), мг/л, в 2016 г.

За время альгологического исследования выявлено 68 таксонов водорослей. Наблюдалось характерное для умеренных широт распределение таксономического состава: зеленые (Chlorophyta) – 48,5 %, диатомовые (Bacillariophyta) – 22,1 % и синезеленые (Cyanoprokaryota) – 13,2 %. Менее разнообразно представлены следующие отделы водорослей: Streptophyta (5,9 %), Euglenophyta и Струтофита (по 4,4 % каждый) и Dinophyta (1,5 %).

График динамики общей численности показывает, что численность на протяжении года незначительная (не превышает 7 млн кл/л), за исключением двух пиков – в мае и декабре (28 и 22 млн кл/л соответственно) (рис. 5). В формирование численности основной вклад вносили зеленые водоросли рода *Ankistrodesmus*, занимающие до 100 % от общей численности в декабре. В период летнего пика (июнь–июль) около 60 % численности приходилось на численность диатомовых, 30 % – цианопрокариот и 10 % – стрептофитовых водорослей.

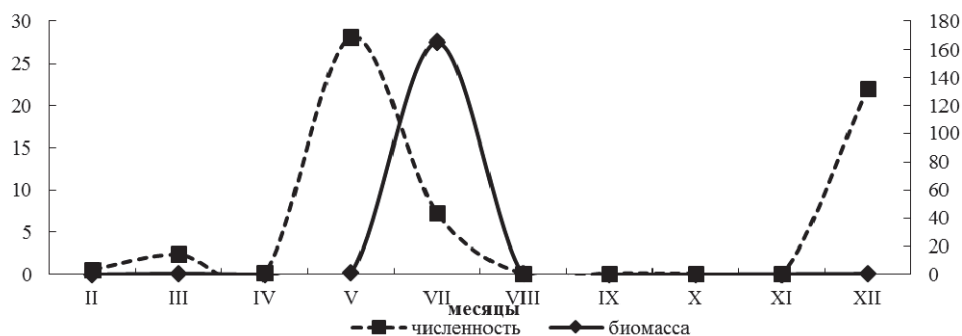


Рис. 5. Динамика численности (левая шкала), млн кл/л, и биомассы (правая шкала), мг/л, в поверхностном слое воды в пруду Янтарном в 2016 г.

Динамика общей биомассы имеет одновершинный характер. Максимальная биомасса достигала 165 мг/л в июле и была сформирована на 87 % крупными клетками диатомовых и на 13 % стрептофитовыми водорослями. В остальные месяцы значения биомассы не превышали 0,65 мг/л и основной вклад в нее вносили зеленые (протококковые) водоросли. Весной и летом преимущественно представлены биомассы диатомовых, а в ноябре до 99 % от общей биомассы составили крупные клетки криптофитовых водорослей.

Средневегетационный показатель биомассы фитопланктона составил 16,81 мг/л (таблица), что соответствует классу качества воды «грязная» [10], однако такое значение получено за счет максимального пика развития фитопланктона в июле, причина которого нами еще не выявлена и требует дальнейших исследований. В остальные месяцы по показателю биомассы воды пруда относились ко второму классу качества воды «чистая». По значению индекса трофности [11] и большинству других критериев воды пруда являются олиготрофными.

Оценка трофности пруда Янтарного по показателям фитопланктона, 2016 г.

Критерий	Тип трофии				Осредненные данные за 2016 г.
	Олиготр.	Мезотр.	Эвтроф.	Ги-пертр.	
Средняя биомасса фитопланктона за вегетационный период Vf, мг/л	Менее 1,0	1–3	3–10	Более 10	16,81
Индекс трофности ИТ	20–40	40–60	60–80	Более 80	30,50
Численность фитопланктона, млн кл/л	0,35–3,85	3,85–20	Более 20	-	6,09
Диатомовые водоросли, % от общей численности	95–15	15–0	-	-	14,81
Зеленые водоросли, % от общей численности	15–75	75–100	0,0–15	-	65,53
Синезеленые водоросли, % от общей численности	0–55	55–85	85–100	-	14,47

Согласно ГОСТ 17.1.2.04-77 [12] по отношению групп фитопланктона к сапробности среды пруд Янтарный является в настоящее время олиго-бетамезасопробным, а по исследованным гидрохимическим показателям олигосапробным, что соответствует категории чистых водоемов. Величина перманганатной окисляемости, содержание растворенного кислорода, общего железа, азота аммонийного и минерального соответствуют требованиям как для летних форелевых и карповых, так и для зимовальных прудов. Содержание зеленых (протококковых) водорослей, входящих в основу фитоценоза пруда как по численности, так и по биомассе, говорит о потенциально высокой продуктивности водоема, так как первичная продукция является базой для обильного развития кормового компонента (зоопланктона) для рыб, а небольшое развитие цианопрокариот уменьшает риск заморных явлений и выделения токсических веществ, негативно действующих на рыб, животных и людей. Все полученные показатели позволяют в будущем рассмотреть вопрос о развитии на базе пруда Янтарного рекреационного рыбоводства с организацией любительского и спортивного рыболовства. Однако необходимо уделять особое внимание мониторингу совокупной антропогенной нагрузки на водоем во избежание ухудшения качества его вод при активном хозяйственном использовании.

Список литературы

1. Стратегия развития аквакультуры в Российской Федерации на период до 2020 года (утв. Минсельхозом РФ 10.09.2007 г.) [Электронный ресурс] // Справочно-правовая система «КонсультантПлюс» (дата обращения: 10.04.2017).
2. Лучникова В.В. Янтарный Пальмникен: исторический путеводитель. – Калининград: Живем, 2016. – 54 с.
3. Приложение к Постановлению от 14 мая 1999 г. № 265 «Об установлении минимальных размеров водоохранных зон и прибрежных защитных полос водных объектов, расположенных в Калининградской области» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://docs.pravo.ru/document/view/11077518/38133080> (дата обращения: 10.04.2017).
4. Гидрология. Лабораторный практикум и учебная практика: учеб. пособие / Т.А. Берникова [и др.]; Федер. агентство по рыболовству. – М.: Колос, 2008. – 304 с.
5. Руководство по методам гидробиологического анализа поверхностных вод и донных отложений / под ред. Абакумова В.А. – Л.: Гидрометеиздат, 1983. – 318 с.
6. Гидрохимический и бактериологический анализ прудов и водоемов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.salmo.ru/info/gidrokhimicheskiy-i-bakteriologicheskiy-analiz-prudov-i-vodoevov/> (дата обращения: 10.04.2017).
7. ОСТ 155 372-87. Охрана природы, гидросфера, вода для рыбоводных хозяйств, общие требования и нормы // Сб. инструкций по борьбе с болезнями рыб. – М.: Отдел маркетинга АМБ-агро, 1999. – Ч. 2. – С. 161–177.
8. Алекин О.А. Основы гидрохимии. – Л.: Гидрометеиздат, 1970. – 443 с.
9. Ласберг И.К. Отчет о комплексной геолого-гидрогеологической съемке масштаба 1:50000, проведенной в пределах Калининградского полуострова в 1962–1964 годах. – Гусев, 1965. – 17 с.
10. Комплексная экологическая классификация качества поверхностных вод суши [Текст] / О.П. Оксийук [и др.] // Гидробиол. журн. – 1993. – Т. 29, № 4. – С. 62–76.
11. Методы оценки качества вод по гидробиологическим показателям: учеб.-метод. разработка по курсу «Гидробиология» / сост. О.Ю. Деревенская. – Казань: КФУ, 2015. – 44 с.
12. ГОСТ 17.1.2.04-77 Охрана природы. Гидросфера. Показатели состояния и правила таксации рыбохозяйственных водных объектов // Сб. ГОСТов. – М.: Изд-во стандартов, 2000. – 62 с.

POSSIBILITY OF ORGANIZING A FISH FARM IN THE YANTARNY POND (KALININGRAD REGION)

The paper presents an analysis of the modern ecological condition of the Yantarny Pond based on the study of key hydrochemical indicators (dissolved oxygen, nutrients, permanganate value) and quantitative and qualitative characteristics of phytoplankton. The data were collected by the authors during the monthly monitoring. The compliance of the above indicators with the standards for fish ponds is considered. It was revealed that the Yantarny Pond belongs to the category of pure, oligosaprobic reservoirs, which opens up opportunities to use it for fish breeding purposes, in particular for the development of recreational aquaculture.

Сведения об авторах: Цупикова Надежда Александровна, канд. геол.-минер. наук; Бугранова Олеся Сергеевна, ведущий инженер; Моисеенко Вера, студентка.

УДК 597.585.591.9

А.П. Щербаков¹, А.А. Баланов²

¹ ФГАОУ ВО «Дальневосточный федеральный университет», Владивосток, Россия

² ФГБУН «НИЦМБ» ДВО РАН, Владивосток, Россия

ПЕРЕОПИСАНИЕ *LYCODES JENSENI* TARANETZ ET ANDRIASHEV, 1935 С ЗАМЕЧАНИЯМИ О ВАЛИДНОСТИ *LYCODES FULVUS* TOYOSHIMA, 1985

Выполнено первое полное морфологическое описание ликода Йенсена *Lycodes jenseni* Taranetz et Andriashev, 1935. Уточнены основные диагностические признаки данного вида. В результате проведенного сравнительного морфологического и молекулярно-генетического анализов выяснено, что *Lycodes fulvus* Toyoshima, 1985 является младшим синонимом вида *Lycodes jenseni* Taranetz et Andriashev 1935.

Рациональное использование биоресурсов невозможно без четкого представления о видовом составе того или иного сообщества. Представители рода *Lycodes* относятся к наименее изученным видам рыб дальневосточных морей России. В настоящее время в этом роде семейство бельдюговых (Zoarcidae) насчитывает около 60 видов [1]. Многие из них описаны недостаточно полно. Вследствие этого определение видов часто затруднено или невозможно.

Подобная ситуация характерна для *Lycodes jenseni* Taranetz et Andriashev. Описание данного вида на основании анализа 2 экз. было опубликовано в работе А.Я. Таранца и А.П. Андрияшева [2]. На сегодняшний день данные по этому виду отсутствуют. Кроме того, при тщательном изучении литературы было обнаружено, что многие диагностически важные признаки сближают *L. jenseni* с другим видом – *Lycodes fulvus* Toyoshima 1985. Последний был описан японским ихтиологом Митцугу Тоёшимой [3]. С момента описания по этому виду также не появилось новой информации. Важным является тот факт, что оба вида описаны из западной части Охотского моря, где были обнаружены в сходном диапазоне глубин.

Цель работы – выполнить переописание *Lycodes jenseni* и выяснить возможные таксономические связи *L. jenseni* и *L. fulvus*.

Материал и методика. Основным материалом для настоящей работы послужили экземпляры, полученные в ходе донной траловой съемки на шельфе и материковом склоне юго-западной части Охотского моря (зал. Терпения). Также был исследован голотип данного вида ЗИН 24836 (самка 176 мм TL), хранящийся в коллекции музея Зоологического

института РАН (г. Санкт-Петербург). Данные о местах поимок и морфологических признаках *L. fulvus* получены из первоописания [3].

Анализ 28 экз. (включая типовую особь) *L. jenseni* проведен по 66 морфологическим признакам. Для анализа счетных признаков изготовлено около 112 рентгено снимков при помощи цифрового рентген-аппарата Faxitron MX-20. Пластические признаки измеряли штангенциркулем с точностью до 0,1 мм.

Молекулярно-генетическое исследование проведено по 5 экз. Для экстракции ДНК использовался набор «QIAGEN DNeasy Blood and Tissue Kit». Полученная тотальная ДНК растворялась в ТЕ-буфере, в котором хранилась при температуре -20°C . Амплификацию проводили на приборе Bio-Rad Thermal Cycler C1000. В работе были использованы ПЦР-праймеры (Евроген, Россия), специфичные для субъединицы 1 цитохромоксидазы и цитохрома b мтДНК. Реакцию секвенирования проводили методом терминирующего синтеза [4], затем проводили чистку полученного продукта. Чтение последовательностей ДНК осуществлялось в автоматическом режиме на генетическом анализаторе ABI 3130xl (Applied Biosystems, USA) с помощью капиллярного электрофореза в полиакриламидном геле низкой вязкости. Для молекулярно-генетического анализа, помимо собственных последовательностей нуклеотидов участков мтДНК, нами использовались последовательности из базы данных GenBank.

Результаты. Ликод Йенсена – *Lycodes jenseni* Taranetz et Andriashev, 1935 (рис. 1).



Рис. 1. Ликод Йенсена *Lycodes jenseni*, 237 мм TL

Диагноз. Боковая линия вентролатеральная. Подбородочные гребни низкие, несросшиеся, впереди образуют тупые углы. В предорсальной области чешуи нет. На непарные плавники чешуя заходит примерно со второй половины плавника и максимально распространяется на 40–70 % (в среднем 50 %) от высоты плавника. Окраска с 5–7 вертикальными светлыми полосами на *D* и боках тела, которые не опускаются ниже боковой линии.

Описание (в скобках приведены значения счетных признаков у голотипа). Позвонков $20 - 22 + 73 - 78 = 94 - 100$ ($21 + > 71 \Rightarrow 92$); *D* 87–92 (> 87); *A* 73–78 (> 72); *P* 18–20 (19); *V* 3; *C* 2–3 + 4–5 + 3–5 + 1–2 = 11–12, *sp. br.* 2–4 + 10–12 = 12–15 ($3 + 10 = 13$).

Длина исследованных участков мтДНК после сборки и выравнивания составила 655 и 1108 пар нуклеотидов для субъединицы I цитохромоксидазы (COI) и цитохрома b (CytB) соответственно. Последовательность нуклеотидов для участка COI получена для 5 особей *L. jenseni*, тогда как по CytB последовательности получены для трех особей этого вида.

Филогенетические связи показали высокое сходство *Lycodes jenseni* и *Lycodes fulvus* (EU380266), взятого из генного банка. В качестве внешней группы нами использован *Lycodes soldatovi* (EU380267). Из рис. 2 видно, что три особи *Lycodes jenseni* имело сходный гаплотип с особью из генного банка. Полученные результаты подтверждаются данными генетических дистанций. Так, группировка *Lycodes jenseni* отличалась от особи *Lycodes fulvus* (EU380266) на 0,07 %, что было связано с генетической изменчивостью внутри группировки *Lycodes jenseni*.

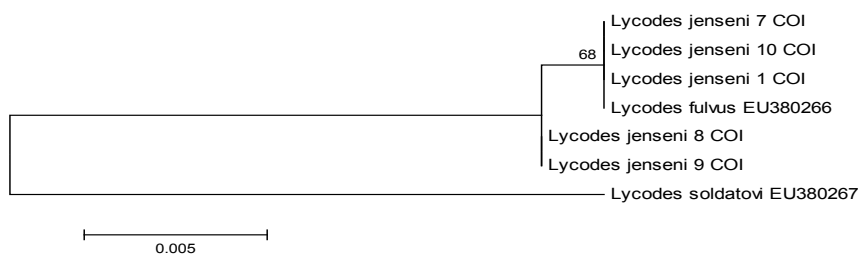


Рис. 2. Генетическое дерево некоторых представителей рода *Lycodes*, построенное на основании COI мтДНК методом ближайшего связывания (NJ)

Таким образом, на основании полученных результатов установлено, что исследуемые нами особи *Lycodes jenseni* полностью идентичны особи, определенной в генном банке как *Lycodes fulvus* (EU380266).

Обсуждение. Сопоставление морфологических признаков особей, пойманных в Охотском море (зал. Терпения) с признаками голотипа *Lycodes jenseni*, позволяет утверждать, что исследованные экземпляры принадлежат к указанному виду. Наши данные по *L. jenseni* соответствуют материалам, приводимым Таранцом и Андрияшевым [1] для этого вида, как по основным пропорциям тела, так и по счетным признакам. Кроме того, найденные характерные черты данного вида, такие как вентролатеральный тип боковой линии, отсутствие чешуи в преддорзальной области, характер чешуйного покрова непарных плавников, низкие и тупые подбородочные гребни, также отмечаются авторами первоописания (таблица). Различия наблюдаются только в характере окраски тела рыб. Все особи, собранные из зал. Терпения, имели в окраске тела поперечные светлые полосы (5–7). В первоописании отмечено, что окраска фиксированных в спирте рыб монотонная коричневая без пятен и полос. При осмотре голотипа мы также не обнаружили на его теле полос и пятен. Вероятно, это связано с тем, что Таранец и Андрияшев работали с рыбами, сравнительно давно хранившимися в фиксированном состоянии. Авторы указали на то, что голотип был пойман в 1918 г., а сама работа опубликована в 1935 г. Наш материал хранился в фиксированном состоянии всего 5 лет, при этом уже наблюдалось частичное выцветание окраски, а в некоторых случаях полосы в задней части тела исчезли или остались лишь на спинном плавнике. Небольшая разница также наблюдается в числе лучей в анальном плавнике (таблица). Однако при исследовании голотипа нами не было обнаружено столь большое количество лучей в А. Такое большое значение числа лучей в А, приведенное в первоописании, может объясняться тем, что лучи непарных плавников подсчитывались визуально, что значительно увеличивает вероятность ошибки. Нами же для исследования счетных признаков скелета применялись рентгенограммы.

Японский ихтиолог Митцугу Тоёшима, описавший в своей работе [3] новый вид *L. fulvus*, не сравнивает его с *L. jenseni*. В свою монографию автор включает описание *L. jenseni*, заимствованное из работы Таранца и Андрияшева, но не обращает внимание на довольно большое сходство во внешних признаках и пропорциях тела между обоими видами. В определительных таблицах рода *Lycodes*, приведенной в работе Тоёшима [3], оба вида относятся к группе с вентромедиолатеральной боковой линией, но расходятся главным образом по характеру окраски. В окраске *L. fulvus* имеется 5–7 светлых пятен на спинном плавнике, в то время как в описании *L. jenseni* говорится о монотонности его окраски. При морфологическом анализе последнего вида на дополнительном материале мы доказали, что в его окраске присутствуют от 5 до 7 светлых поперечных полос на теле и плавниках, а однотонность окраски, которая указывается авторами при первоописании, связана с долгим хранением материала в фиксаторе. Кроме того, основные признаки *L. jenseni* и *L. fulvus* в целом очень схожи (таблица). Как уже отмечалось, оба вида имеют вентромедиолатеральный тип боковой линии, у обоих отсутствует чешуя в преддорзальной области (перед спинным плавником). Также сравниваемые *L. jenseni* и *L. fulvus* имеют схожий по описанию характер чешуйного покрова непарных плавников. У того и у другого вида чешуя заходит на анальный и спиной плавник в задних их частях. На дополнительном материале было выяснено, что чешуя действительно заходит на непарные плавники преимущественно со второй половины тела и достигает не более 70 % от высоты плавника.

Признаки	Типовая серия <i>L. jensei</i> , 2 экз. данные из первоописания (Таранец, Андрияшев, 1935)	Голотип <i>L. jensei</i> (наши данные)	Дополнительный материал <i>L. jensei</i> , 25 экз.	Типовая серия <i>L. fulvus</i> , 17 экз. (Toyoshima, 1985)
Боковая линия	Вентромедиалатеральная	Вентромедиалатеральная	Вентромедиалатеральная	Вентромедиалатеральная
Подбородочные гребни	Низкие, несросшиеся, передние углы тупые	Низкие, несросшиеся, передние углы тупые	Низкие, несросшиеся, передние углы тупые	Высокие, впереди соединены*
Чешуя в предорзальной области	Нет	Нет	Нет	Нет
Чешуя на непарных плавниках	Начинается с последней трети, достигает не более 2/3 высоты плавника	Нет данных	Начинается от первой трети до последней четверти плавника, и достигает 1/2-2/3 его высоты	Плавники покрыты чешуей в задней части
Vert T	Нет данных	> 92 **	94-100	92-98
D	88-90	> 87	87-92	86-90
A	78-80	> 72	73-78	72-77
P	18-20	19	18-20	19-21
*На фотографии голотипа низкие несросшиеся, тупые; ** голотип <i>L. jensei</i> поврежден.				

Единственным несоответствием в диагностических признаках является форма подбородочных гребней. У *L. jenseni* подбородочные гребни невысокие несросшиеся, передние лопасти их скруглены, а для *L. fulvus* Тоёшима [3] указал высокие сросшиеся в передней части подбородочные гребни. Тем не менее на имеющемся снимке экземпляр голотипа *L. fulvus* имеет форму гребней, похожую на форму у *L. jenseni*.

Значения счетных признаков двух сравниваемых видов изменяются в сходных пределах, а небольшие различия не являются таксономически значимыми. Они могут быть вызваны географической изменчивостью признаков внутри вида.

Основные пропорции тела *L. fulvus* и *L. jenseni* также совпадают. Так, антедорсальное расстояние у особей *L. jenseni* составляло 3,7–4,3 раза в *TL* по сравнению с 3,9–4,5 у *L. fulvus*; антеанальное 2,3–2,6 против 2,4–2,6 у *L. fulvus*. Высота тела у *L. jenseni* 9,6–11,6 раза в *TL*, у *L. fulvus* 8,2–10,5; длина головы 4,5–5,3 против 4,7–5,4 у *L. fulvus* соответственно [3].

Заключение. Из всего вышеизложенного можно сделать вывод, что нет ни одного морфологического признака, по которому можно было отличить *L. jenseni* от *L. fulvus*. К этому следует добавить, что результаты морфологического сравнения подтверждаются данными молекулярно-генетического анализа, которые показывают идентичность исследуемых нами особей *L. jenseni* с *L. fulvus* (EU380266). На основании этих данных можно заключить, что *Lycodes fulvus* Toyoshima, 1985 является младшим синонимом вида *Lycodes jenseni* Taranetz et Andriashev 1935.

Список литературы

1. Anderson M.E., Fedorov V.V. Family Zoarcidae Swainson 1839 – eelpouts // Calif. Acad. Sci. Annotated Checklists of Fishes. – 2004. – N 34. – P. 1–58.
2. Taranetz, A.J. und Andriashev A.P. Vier neue Fischarten der Gattung *Lycodes* Reinhardt aus dem Ochotskischen Meer. // Zool. Anz. – 1935. – Bd. 112, N 9/10. – S. 243–246.
3. Toyoshima M. 1985. Taxonomy of the subfamily Lycodinae (family Zoarcidae) in Japan and adjacent waters // Mem. Fac. Fish. Hokkaido Univ. – 1985. – V. 32, N 2. – P. 131–243.
4. DNA sequencing with chain-terminating inhibitors / F. Sanger, S. Nicklen, A. R. Coulson // Proc. Natl. Acad. Sci. USA. – 1977. – Vol. 74, N 12. – P. 5463–5467.

A.P. Scherbakov, A.A. Balanov

RECOGNITION OF LYCODES JENSENI TARANETZ ET ANDRIASHEV, 1935 WITH REMARKS ON THE VALIDITY OF LYCODES FULVUS TOYOSHIMA, 1985

*The first complete morphological description of the lycode Jensen *Lycodes jenseni* Taranetz et Andriashev, 1935 was completed. The main diagnostic features of this species were specified. As a result of the comparative morphological and molecular genetic analysis, it was found that *Lycodes fulvus* Toyoshima, 1985 is the younger synonym of the species *Lycodes jenseni* Taranetz et Andriashev 1935.*

Сведения об авторах: Щербаков Антон Павлович; Баланов А.А.

Н.В. Щербакова
ФГБНУ «Тихоокеанский научно-исследовательский рыбохозяйственный центр»,
Владивосток, Россия

ПЕРИОД ВСТРЕЧАЕМОСТИ, ПЛОТНОСТЬ И РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЛИЧИНОК ТИХООКЕАНСКОЙ УСТРИЦЫ В ЗАЛИВЕ ПЕТРА ВЕЛИКОГО

*В связи с возросшим спросом на тихоокеанскую устрицу *Crassostrea gigas* в Приморье возобновились работы по поиску новых районов, перспективных для ее культивирования. В результате исследований выявлены сроки появления и оседания, оценена плотность, рассмотрены особенности распределения личинок устрицы в планктоне зал. Петра Великого. Показано, что личинки этого вида встречались в планктоне с начала июля до начала сентября. Плотность личинок устрицы достигала максимума в первой половине июля. Наибольшие скопления личинок зарегистрированы в северной части Амурского залива. Определены сроки для выставления коллекторов (вторая декада июля) в разных районах зал. Петра Великого.*

Введение

Тихоокеанская устрица (*Crassostrea gigas*) – коммерчески ценный моллюск и объект марикультуры во многих странах. Она культивируется в Китае, Японии, Корее, Франции и в США [1]. В Приморье основные скопления тихоокеанской устрицы сосредоточены в мелководных, хорошо прогреваемых районах зал. Петра Великого. Наиболее крупное поселение расположено в северной части Амурского залива, естественные скопления этого моллюска имеются в бухтах Воевода (о. Русский) и Троицы (зал. Посъета) [2]. В 1970–1980-х гг. специалистами ТИНРО разработана технология культивирования устрицы, которая использовалась в марикультурных хозяйствах в зал. Посъета [3]. В дальнейшем работы были прекращены в связи с уменьшением плотности оседания устрицы и неразвитым на тот момент рынком сбыта.

В настоящее время по причине возрастающего спроса на устрицу актуальной задачей становится изучение современного состояния естественного воспроизводства этого вида. Важным критерием его оценки является плотность личинок в планктоне на стадии оседания, которая обеспечивает необходимый потенциал для восстановления численности популяции устрицы на данной акватории и позволяет использовать экстенсивные технологии для ее культивирования. Наиболее точный прогноз сроков и интенсивности оседания спата дают регулярный отбор планктонных проб и определение в них плотности и стадии развития личинок. Появление личинок в планктоне в стадии оседания свидетельствует о том, что спат на коллекторах следует ожидать в ближайшие дни. При этом плотность личинок в планктоне позволяет оценить ожидаемую интенсивность оседания.

Цель – получение данных о современном состоянии воспроизводства тихоокеанской устрицы в зал. Петра Великого.

Задачи:

- определить сроки появления и оседания, оценить плотность личинок устрицы в планктоне зал. Петра Великого;
- рассмотреть особенности распределения личинок в разных районах зал. Петра Великого;
- определить сроки выставления коллекторов для сбора спата устрицы в заливе.

Материал и методы исследований

В 2016 г. сборы планктонных проб проводились с третьей декады мая по вторую декаду сентября в северной части Амурского залива, в бухтах Троицы и Воевода.

Отбор планктонных проб проводился еженедельно на 3–5 станциях (общее количество станций 12), в слое воды от дна до поверхности. В качестве орудия лова использовали модифицированную сеть Апштейна с диаметром входного отверстия 25 см и фильтрующим конусом из газа № 55. Фиксацию и обработку проб проводили по стандартной методике [4]. Идентификацию, подсчет и промеры личинок осуществляли при помощи микроскопа МБС-10 при увеличении 8 x 4.

Результаты и обсуждение

В ктовой части Амурского залива в 2016 г. личинки тихоокеанской устрицы встречались с I декады июля до середины сентября, плотность их распределения изменялась от 3 до 3066 экз./м³. Период массового развития личинок пришелся на II–III декаду июля и II декаду августа. Пик численности личинок отмечен в начале III декады июля. В конце августа и в начале сентября личинки устрицы в заливе встречались в небольших количествах. Длина раковины личинок в период их развития в планктоне изменялась в пределах 175–350 мкм. В конце июля–начале августа отмечено исчезновение малоразмерных особей (с длиной раковины 175–225 мкм), а в начале II декады августа они вновь появились в массовом количестве. В сентябре встречались только великонхи крупных размеров с длиной раковины 275–350 мкм. Особи на стадии оседания (размерами 300 мкм и более) появились во II декаде июля и встречались по середину сентября (рис. 1). Согласно «Инструкции по технологии культивирования тихоокеанской устрицы», появление в планктоне личинок этой стадии свидетельствуют о том, что оседания следует ожидать в ближайшие 1–3 дня [3]. Следовательно, выставление коллекторов для сбора спата устрицы в ктовой части Амурского залива нужно проводить за 4–5 дней до оседания, т.е. в начале II декады июля. Максимальная плотность личинок устрицы на стадии оседания в заливе достигла 503 экз./м³.

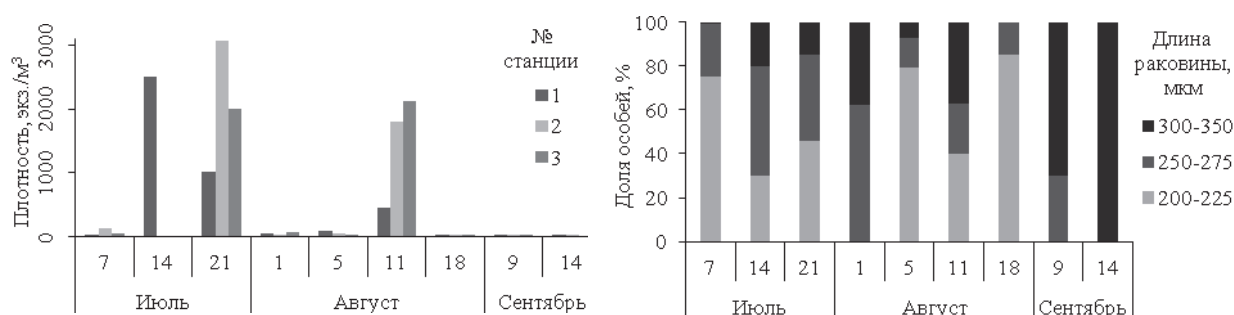


Рис. 1. Изменение плотности (слева) и размерная структура (справа) личинок тихоокеанской устрицы в ктовой части Амурского залива летом 2016 г.

Наибольшие скопления личинок тихоокеанской устрицы в ктовой части Амурского залива в 2016 г. отмечены в начале третьей декады июля (период максимума) в его северо-западной части (вблизи эстуария р. Раздольной) (рис. 2).

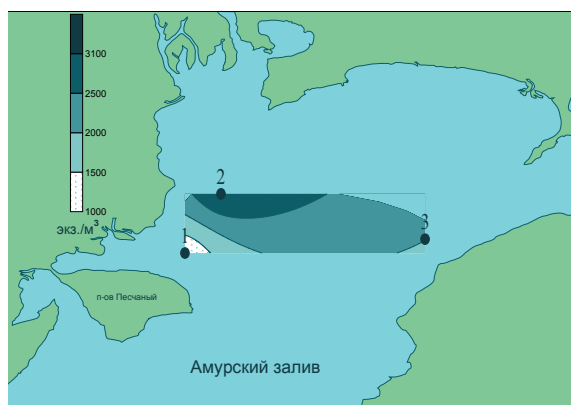


Рис. 2. Распределение личинок тихоокеанской устрицы в период максимума их обилия в ктовой части Амурского залива летом 2016 г.

В б. Троицы в 2016 г. личинки тихоокеанской устрицы встречались с I декады июля по II декаду августа с плотностью 2–327 экз./м³. Период их массового развития и пик численности пришелся на III декаду июля, в I декаде августа они встречались единично. Длина раковины личинок в период их развития в планктоне изменялась в пределах 200–350 мкм. В июле преобладали мелкоразмерные великонхи (длина раковины 200–250 мкм). В конце июля и в августе встречались в основном великонхи крупных размеров с длиной раковины 275–350 мкм. Особи на стадии оседания (300 мкм и более), появились во II декаде июля. Таким образом, оптимальным временем выставления коллекторов в б. Троицы является начало II декады июля. Максимальная плотность личинок устрицы в стадии оседания в этом районе составила 62 экз./м³ (рис. 3).

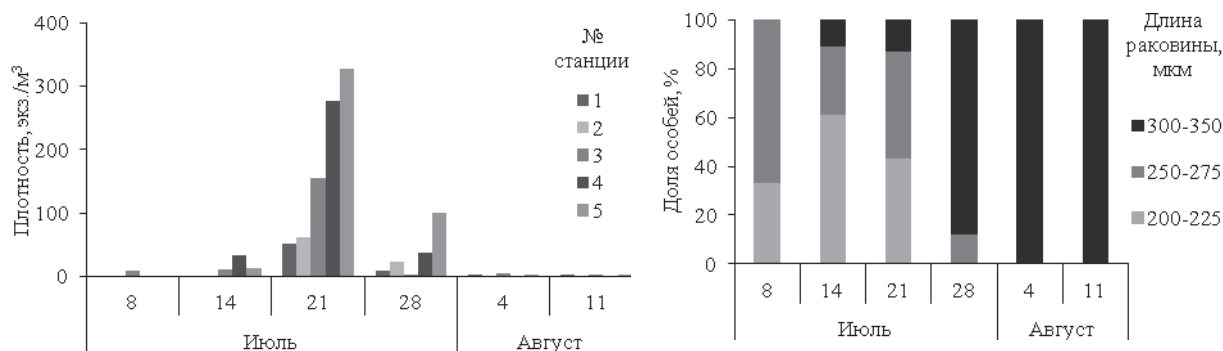


Рис. 3. Изменение плотности (слева) и размерная структура (справа) личинок тихоокеанской устрицы в б. Троицы летом 2016 г.

Наиболее высокая плотность распределения личинок устрицы в 2016 г. в начале III декады июля (период максимума) отмечалась в восточной части б. Троицы (рис. 4).

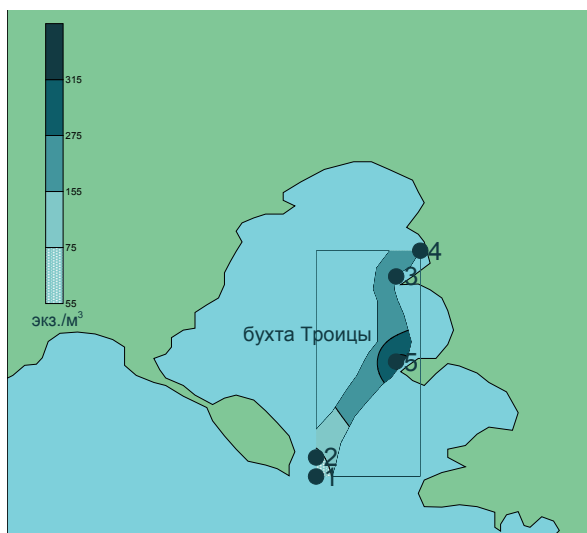


Рис. 4. Плотность распределения личинок тихоокеанской устрицы в период максимума их обилия в б. Троицы летом 2016 г.

В б. Воевода в 2016 г. личинки тихоокеанской устрицы встречались с I декады июля по II декаду августа с диапазоном плотности 3–2790 экз./м³. Период массового развития и пик численности личинок устрицы пришлись на II декаду июля. Во второй половине июля и начале августа численность личинок снизилась. В конце периода развития (во II декаде августа) личинки устрицы в бухте встречались в единичных количествах. Длина раковины личинок в период их развития в планктоне изменялась в пределах 150–400 мкм. В июле основную массу личинок составляли малоразмерные великонхи с длиной раковины 150–

250 мкм. В конце июля и в августе встречались в основном великонхи средних и крупных размеров с длиной раковины 275–400 мкм. Особи на стадии оседания (300 мкм и более) встречались со II декады июля по конец II декады августа. Оптимальное время выставления коллекторов – начало II декады июля. Максимальная плотность личинок устрицы на стадии оседания в бухте в 2016 г. составила 210 экз./м³ (рис. 5).

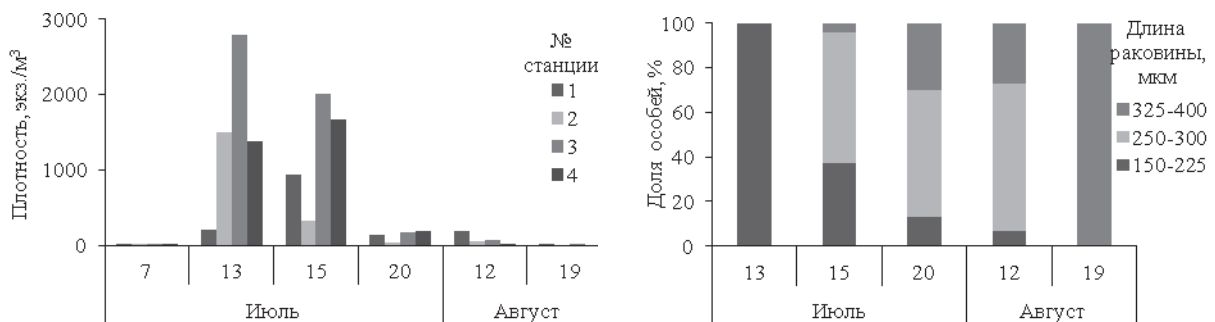


Рис. 5. Изменение плотности (слева) и размерной структуры (справа) личинок тихоокеанской устрицы в б. Воевода летом 2016 г.

Наиболее высокие плотности распределения личинок тихоокеанской устрицы в 2016 г. отмечены во II декаде июля (период максимума) в кутовой мелководной части б. Воевода (рис. 6).

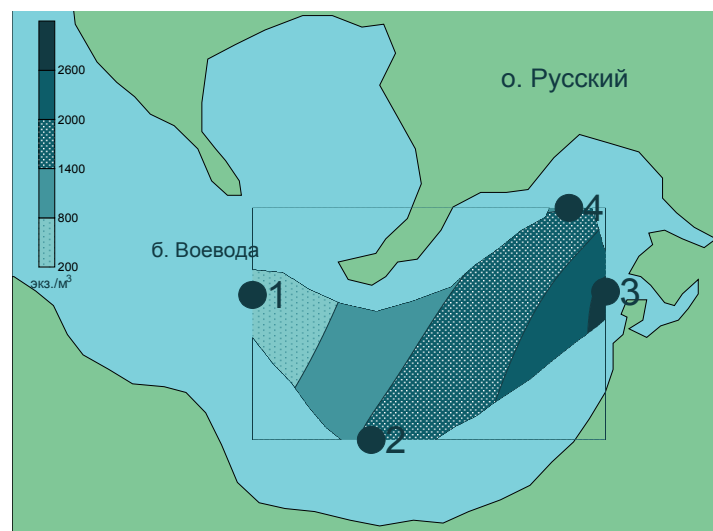


Рис. 6. Плотность распределения личинок тихоокеанской устрицы в период максимума их обилия в б. Воевода в 2016 г.

По данным более ранних исследований плотности личинок тихоокеанской устрицы в разных районах зал. Петра Великого в некоторые годы имели большие значения. Так, в северной части Амурского залива в 2002 г. плотность их достигла 3088 экз./м³, а в 2006 г. – 4518 экз./м³ [5]. В б. Новгородской (зал. Посъета) максимальная плотность личинок устрицы в 2013 г. была 444 экз./м³, в 2014 г. – 543 экз./м³, а в 2015 г. – 2005 экз./м³ [6]. В б. Воевода по данным ранних исследований наиболее благоприятным по температурам воды для развития личинок устрицы оказался 2013 г., когда их максимальная плотность достигла 2811 экз./м³.

Интенсивность оседания личинок двустворчатых моллюсков на коллекторы определяется их плотностью в планктоне, особенно в стадии оседания. Для хорошего оседания плотность личинок размерами 300 мкм и более должна составлять 50–150 экз./м³ [3]. По результатам наших исследований 2016 г. хорошее оседание можно прогнозировать для

всех исследованных районов зал. Петра Великого: северной части Амурского залива, где максимальная плотность личинок устрицы в стадии оседания составила 503 экз./м³, б. Воевода – 210 экз./м³ и б. Троицы – 62 экз./м³.

Заключение

Результаты исследований показали, что в различных районах зал. Петра Великого личинки тихоокеанской устрицы в 2016 г. появились в I декаде июля.

Наибольшие плотности личинок тихоокеанской устрицы в 2016 г. зарегистрированы в кутовой части Амурского залива, а также в б. Воевода.

Появление личинок тихоокеанской устрицы на стадии оседания в 2016 г. в исследуемых районах зал. Петра Великого отмечено во II декаде июля. Оптимальным временем для выставления коллекторов для сбора устрицы в исследуемых районах является начало II декады июля.

Интенсивное оседание можно прогнозировать для северной части Амурского залива, б. Воевода и б. Троицы.

Список литературы

1. Пиркова А.В., Холодов В.И, Ладыгина Л.В. Биотехника выращивания гигантской устрицы *Crassostrea gigas* (Bivalvia) в Чёрном море // Аквакультура. – 2013. – № 2. – С. 36–42.

2. Раков В.А. Массовые виды промысловых двустворчатых моллюсков юга Дальнего Востока (экология и история массового освоения): автореф. дис. ... докт. биол. наук. – Владивосток, 2003. – 40 с.

3. Кучерявенко А.В., Жук А.П. Инструкция по технологии культивирования тихоокеанской устрицы. – Владивосток: ТИНРО-Центр, 2011. – 27 с.

4. Куликова В.А., Колотухина Н.К. Пелагические личинки двустворчатых моллюсков Японского моря: методы, морфология, идентификация (препринт). – Владивосток: ДВО АН СССР, 1989. – 60 с.

5. Ляшенко С.А. Возможности культивирования тихоокеанской устрицы в северной части Амурского залива (зал. Петра Великого Японского моря) // Тр. науч. конф. «Водные биоресурсы, аквакультура и экология водоемов». – Калининград, 2013. – С. 189–192.

6. Разработка рекомендаций по повышению продуктивности товарной аквакультуры двустворчатых моллюсков в Дальневосточном регионе // Оценка современного состояния воспроизводства тихоокеанской устрицы в заливе Петра Великого для усовершенствования технологии ее товарного выращивания: отчет о НИР / ТИНРО. Арх. № 27857. – Владивосток, 2015. – 49 с.

N.V. Shcherbakova
TINRO-Center, Vladivostok, Russia

PERIOD OF OCCURRENCE, DENSITY AND DISTRIBUTION OF LARVAE OF THE PACIFIC OYSTER IN PETER THE GREAT BAY

*Due to the increased demand for Pacific oyster (*Crassostrea gigas*) works on potentially pertinent site selection for its cultivation were resumed in Primorye territory. As a result of researches terms of emergence and sedimentation are revealed, density is estimated; features of distribution of larvae of an oyster in plankton the hall are considered in Peter the Great Bay. It was shown that the larvae of this species occurred in the plankton from the early July to the early September. The density of the larvae was highest in early July. The highest abundance of larvae of the Pacific oyster were found in the northern part of Amursky Bay. Terms (the second decade of July) for exposure of collectors in different areas the hall are determined in Peter the Great Bay.*

Сведения об авторе: Щербакова Наталья Викторовна, канд. биол. наук, научный сотрудник лаборатории воспроизводства беспозвоночных,
e-mail: natalya.shcherbakova@tinro-center.ru.

В.А. Якименко, И.В. Ускова
ФГБОУ ВО «Мурманский государственный технический университет»,
Мурманск, Россия

ФЕРМЕНТАТИВНАЯ АКТИВНОСТЬ МИКРООРГАНИЗМОВ

*Рассмотрены способы дезинтеграции бактериальной клетки. В результате проделанной работы была определена общая протеолитическая активность бактерий *Escherichia coli*.*

Пресноводная аквакультура является важным источником обеспечения национальной продовольственной безопасности страны [1].

Для успешного разведения рыбы, получения высокой продуктивности важно знать принципы создания благоприятных условий для их роста и развития.

Кишечная микробиота гидробионтов играет важную роль в обеспечении защитных функций организма, процессах пищеварения и регуляции общего метаболизма [2].

Недостаток или избыток того или иного субстрата или метаболита, а также изменения окружающей среды служат сигналом для адаптивных или необратимых изменений в соответствующем звене микрoэкологической системы кишечника гидробионтов. Включая элементы саморегуляции, эта система способна противостоять изменениям условий среды и колебаниям плотности и состава микробных популяций. Поэтому меняющаяся динамика микробиоценоза кишечника может служить индикатором состояния иммунитета организма рыб выращиваемых на аквафермах.

Активность бактериальных ферментов является одним из косвенных биохимических показателей, которые имеет важное значение при оценке состояния микробиоты кишечника как теплокровных, так и хладнокровных животных.

В настоящее время существует небольшое количество работ, посвященных изучению бактериальных ферментов и их активности. Основной проблемой является то, что во многих исследованиях не описана технология выделения ферментов из бактериальной клетки.

Поэтому в нашей работе уделено большое внимание разработке методики выделения бактериальных ферментов.

Существует несколько способов дезинтеграции клеток, которые подбирают в зависимости от их прочности.

В микробиологии чаще всего для этих целей используют механические методы, например ультразвук, нежели немеханические (попеременное замораживание и оттаивание), так как при заморозке в клетке образуются кристаллы льда, вызывающие разрушение клеточных структур, в том числе ферментов. Аналогично с ультразвуком: хотя данный метод и считается весьма высокоэффективным, но есть риск вызвать частичную или полную потерю активности фермента (дезактивация).

В ходе изучения литературных источников [3] было выяснено, что для конкретного вида бактерий необходимо подбирать определенные режимы воздействия ультразвука и шоковой заморозки. Конечной целью нашего исследования является определение ферментативной активности, а для этого необходимо разрушить клеточную стенку таким образом, чтобы не привести к дезактивации фермента.

Поэтому для подбора температурных и ультразвуковых режимов воздействия на клетку нами была использована бактериальная культура *E. coli*. Так как *E. coli* является естественным обитателем кишечника животных и обладает протеолитической активностью, то этот вид бактерий вполне подходит для проведения эксперимента.

Целью данной работы являлось определение наиболее оптимального метода дезинтеграции бактериальных клеток для выделения их ферментов.

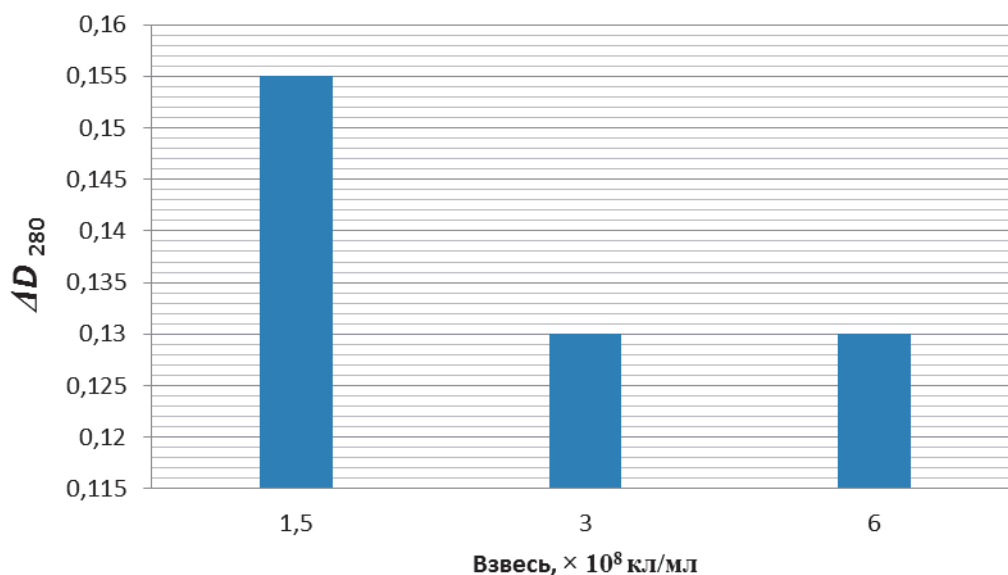
Для разработки методики выделения бактериальных ферментов использовали чистую суточную культуру бактерий *E. coli*, которую в дальнейшем суспендировали и гомогенизировали.

Для дезинтеграции бактериальной клетки использовали метод попеременного замораживания и оттаивания с одновременным воздействием ультразвука. Режимы, при которых дезинтегрировали клетку, подбирали, учитывая температуру и время воздействия.

Общую протеолитическую активность в исследуемом материале определяли, используя метод Ансона [4] с некоторыми модификациями.

В результате выполнения ряда опытов было определено, что наиболее эффективным способом дезинтеграции клеток является метод попеременного замораживания ($-22\text{ }^{\circ}\text{C}$) и оттаивания с одновременным воздействием ультразвука (35 кГц). При этом в период оттаивания применяли пятикратное повышение температуры на $5\text{ }^{\circ}\text{C}$ (с начала по возрастанию от 35 до $45\text{ }^{\circ}\text{C}$, затем в обратном порядке) и дробное время воздействия (через 5 мин), чтобы бактерии не успели адаптироваться.

Наиболее точно определяется активность ферментов при концентрации бактерий от 1×10^8 до 6×10^8 кл/мл и составляет в среднем $\Delta D = 0,14$ (рисунок).



Протеолитическая активность ферментных препаратов, выделенных из бактериальной клетки *E. coli* от количества бактериальных клеток в суспензии

Скорее всего, это связано с тем, что при высокой концентрации бактериальных клеток в суспензии, повышается процент (%) их выживаемости в процессе дезинтеграции, что в дальнейшем затрудняет работу при определении ферментативной активности на спектрофотометре.

Список литературы

1. Фигурков С.А. Состояние и особенности рыбохозяйственного использования водоемов комплексного назначения в современных условиях: автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.00.10. – М., 2005. – 162 с.

2. Быковская А.Н. Качественный состав бактериофлоры кишечника пресноводных рыб. Изучение некоторых культуральных и физиолого-биохимических свойств [Электронный ресурс] // Материалы VI Междунар. студ. электрон. науч. конф. «Студенческий науч-

ный форум». – Режим доступа: <http://www.scienceforum.ru>. – Загл.с экрана. – Данные соответствуют 2014.

3. Глик Б. Молекулярная биотехнология. Принципы и применение / пер. с англ. Б. Глик, Дж. Пастериак. – М.: Мир, 2002. – 589 с.

4. Мухин В.А., Новиков В.Ю. Протеолиз и протеолитические ферменты в тканях морских беспозвоночных. – Мурманск: Изд-во ПИПРО, 2002 – С. 118.

V.A. Yakimenko, I.V. Uskova
MSTU, Murmansk, Russia

THE ENZYMATIC ACTIVITY OF MICROORGANISMS

In this paper considers the methods of disintegration of the bacterial cell. The result of this work was defined the General proteolytic activity of the bacteria Escherichia coli.

Сведения об авторах: Якименко Виктория Алексеевна, БиМ(м)-1, e-mail: yakimenko-vika2013@yandex.ru.; Ускова Инга Владимировна, канд. биол. наук, доцент, e-mail: uskova-72@mail.ru.

Секция 3. СОСТОЯНИЕ И ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ РЫБОХОЗЯЙСТВЕННОГО ОБРАЗОВАНИЯ

УДК 81+74.58

Е.В. Арсентьева
ФГБОУ ВО «Дальрыбвтуз», Владивосток, Россия

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА ПО ФОРМИРОВАНИЮ ГРАММАТИЧЕСКИХ НАВЫКОВ И УМЕНИЙ ИНОСТРАННЫХ СТУДЕНТОВ ТЕХНИЧЕСКОГО ВУЗА

Рассматриваются вопросы формирования грамматических навыков и умений иностранных студентов технического вуза.

Преподавание русского языка как иностранного в техническом вузе призвано решить ряд важных задач – способствовать подготовке иностранных студентов к изучению языка на продвинутом этапе обучения. Одним из основных направлений в преподавании дисциплины «Иностранный язык» является овладение грамматической системой, служащей базой для свободного речевого общения. В настоящее время в методике русского языка как иностранного накоплен достаточный опыт по обучению русскому языку иностранных студентов. Определение содержания обучения и объема материала, необходимого для изучения, основывается на наблюдениях и анализе тех ситуаций, в которых иностранному студенту приходится проявлять свои навыки в учебно-профессиональной сфере общения.

В работе над грамматическим материалом в коммуникативно ориентированном аспекте русского языка одну из основных трудностей составляет соотнесение грамматического компонента содержания с коммуникативной целью обучения.

Овладение общением означает овладение действиями и операциями с языковым материалом при выражении собственных мыслей и понимании чужих высказываний. Грамматика – это наиболее обобщенный, абстрагированный от реальных актов коммуникации уровень языковой системы. В качестве основы такой системы берется обычно конструкция предложения, схема построения текстовой единицы (диалога или монолога). Конструкция наполняется типичным лексико-морфологическим содержанием и составляет речевой образец. Варьирование наполнения речевого образца способствует автоматизации употребления форм и конструкций, а также обобщению отдельных языковых факторов, что создает основу правила.

При этом правила грамматики имеют едва ли не решающее значение в реализации творческой речевой способности человека. Можно выделить три уровня организации учебного материала: отдельные языковые единицы, правила их образования, типовые фразы и речевые образцы и, наконец, связный материал (текст, тема, ситуация), которые выступают вместе с типовой фразой как методические факты, обобщающие единицы низшего порядка. Организуют учебную деятельность единицы ещё более высокого порядка – упражнения, которые целесообразно поделить на функциональные подгруппы упражнений, показывающие, на формирование какого компонента деятельности студента эти упражнения нацелены: а) ориентирующие упражнения; б) исполнительские упражнения; в) упражнения, направленные на контроль и др.

Грамматические навыки иностранного учащегося подразделяются на языковые и речевые. Они взаимообусловлены и взаимосвязаны. Игнорирование первичного этапа (выработка языковых грамматических навыков) неизбежно приведет не только к загрязнению речи учащегося, но и к разрушению полноценности акта коммуникации, к потере и иска-

жению смысла. В связи с этим необходимо определить систему упражнений, направленных на создание полноценной грамматической базы. Такая система упражнений может быть представлена следующим образом:

- 1) упражнение на понимание;
- 2) упражнения по отработке – уровень выработки языковых грамматических навыков;
- 3) упражнения по использованию грамматических навыков – уровень выработки речевых умений.

Обычно обучение грамматике начинается с работы над текстом, содержащим данную грамматическую форму. Студент сначала воспринимает смысл текста, затем от смысла переходит к грамматической форме. Грамматическое явление многократно тренируется в речевом употреблении. Обучение грамматике включает в себя формирование языковой компетенции, формирование речевой компетенции и формирование коммуникативной компетенции. При отборе грамматического материала очень важно учитывать коммуникативную оправданность, т.е. отбор и введение материала тогда, когда в нем есть коммуникативная потребность, когда созданы условия для его использования в общении. Под системой упражнений понимают такую совокупность необходимых типов, видов и разновидностей упражнений, выполняемых в такой последовательности и в таком количестве, которые учитывают закономерности формирования умений и навыков в различных видах речевой деятельности (чтение, говорение, письмо, аудирование) в их взаимодействии и обеспечивают максимально высокий уровень овладения РКИ в заданных условиях. Например, после изучения степени сравнения прилагательных вводятся такие грамматические упражнения [1, с. 3]:

Задание. Вставьте вместо точек стоящие в скобках прилагательные в нужной форме.

1. Андрей позвонил ... другу (лучший).
2. Виктор написал письмо ... сестре (старший).
3. Студенты сегодня соберутся в ... клубе (студенческий).
4. Алексей занимается ... спортом (горнолыжным).

Поскольку содержание обучения должно быть филологическим, то при изучении русского языка как иностранного студентам необходимо представить систему изучаемого языка. При этом важно всестороннее развитие навыков и умений в применении языковых средств в различных ситуациях, постольку упражнения должны иллюстрировать факты речи. Для этого целесообразно применять принцип ситуативности и тематичности, которые открывают большие возможности для расширения общей познавательной ценности каждого упражнения, например, предлагаются такие по типу упражнения:

Закончите предложения:

1. Я расскажу вам о своём друге, с которым
2. Это новый русско-английский словарь, который
3. Вот фотография моих друзей, которых...
4. Студенческий интернациональный вечер будет проходить в нашем общежитии, которое...
5. Передайте, пожалуйста, этот учебник студентке, которая...
6. Это моя подруга, которой ...

Умело построенная система упражнений может и не представлять собой специальной грамматической тренировки, поскольку каждое задание должно соответствовать развитию речи студентов и содержать готовые образцы с разным лексическим наполнением. При составлении упражнений надо стараться имитировать реальные акты речи, с которыми студенты могут сталкиваться постоянно в разных жизненных ситуациях, находясь в языковой среде. Так, выявляются определённые ситуации и неизбежные для них речевые образцы, которые развивают грамматические навыки и знания и которые приносят учащимся ощутимую, непосредственную пользу, так как «дают ключ» к использованию языка в жизни. Выделенный материал необходимо зафиксировать в сознании учащегося, добиваясь того, чтобы начал действовать психолого-языковой закон аналогии. Опыт показывает, что его действие более активизируется многократным повторением небольшого числа однотипных

фраз, нежели анализом и меньшим повторением их значительного количества. Усвоенное до степени автоматизма слово (предложение) легко распространяется на всё, внешне не очень сходное.

Грамматический материал вводится из «объясняющих упражнений» и закрепляется на серии заданий на воспроизведение по образцу. Большинство упражнений проделывается сначала устно без текста, а затем устно с текстом и письменно. Для организации упражнений в систему необходима разработка требований к отдельным упражнениям, их группам и системе в целом. При устном ответе студенты должны полностью проговаривать ход своих рассуждений, так как это, в принципе, единственный способ уделить внимание практике речи на занятии. При работе над текстом преподаватель обращает внимание на понимание содержания [2, с. 34].

Задание: *Прочитайте текст.*

Надежда и будущее.

На недавно прошедшем в городе Чанчунь конкурсе русского языка среди учащихся вузов Северо-Восточного Китая одна обычная студентка, свободно разговаривая на иностранном языке и прекрасно декламируя, привлекла общее внимание. Преподаватели и студенты восхищались её выступлением. В конце концов, именно она и получила первую премию в группе второкурсников. Это была Лю Лиминь. Лю Лиминь живет в городе Харбине, где всё пронизано ярким русским колоритом. Великолепная русская архитектура, тонкое мастерство российских художников, которые часто работают здесь в рамках развития дружеского культурного обмена между Китаем и Россией.

Далее студентам предлагаются упражнения для самостоятельного оформления речевых ситуаций: *Представьте, что ваш друг прислал вам с родины письмо, в котором написал, что он хочет самостоятельно изучать русский язык. Что вы ему посоветуете? Напишите об этом.*

Расскажите, как изучают иностранные языки у вас на родине. Учат ли грамматические правила? Пишут ли грамматические упражнения? Чем занимаются больше: чтением, письмом или говорением? Что читают, пишут, о чём говорят? Используют ли магнитофон, видеоманитофон, компьютер?

Такие задания способствуют развитию умений анализировать текст с точки зрения грамматики. Кроме того, они развивают репродуктивные навыки видов речевой деятельности, усвоению языковых единиц.

Специально разработанные упражнения направлены на закрепление, активизацию и развитие навыков владения русским языком при подготовке к сдаче ТРКИ-1 [3, с. 56].

Задание. *Скажите товарищу, что вы ещё не сделали того, о чём он спрашивает, но сделаете это потом.*

Образец: *Перевести текст:*

– Ты уже перевёл новый текст?

– Нет, ещё не перевёл. Начну переводить его через два часа.

1. *Выучить стихотворение.*

2. *Решить задачи по математике.*

3. *Составить план текста.*

4. *Выучить новые слова.*

5. *Прочитать новый текст.*

6. *Написать упражнения.*

Для удобства усвоения лексический материал сгруппирован и систематизирован с грамматическими правилами. Теоретический материал, представленный в виде грамматических таблиц в начале каждой темы, способствует наиболее успешному усвоению сложных разделов грамматики русского языка.

Каждый урок, как известно, это научно-методическое творчество его автора. Безусловно, у каждого преподавателя свой метод подачи грамматического материала. Основной,

глобальной, целью обучения грамматике русского языка как иностранного является достижение заданного уровня коммуникативной компетенции иностранных учащихся.

Список литературы

1. Арсентьева Е.В., Жосан Е.В. Читаем, обсуждаем, изучаем: учебно-методическое пособие по дисциплине «Русский язык как иностранный» для подготовки иностранных студентов к сдаче II сертификационного уровня владения русским языком. – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2011.

2. Соколовская Л.А., Евтушенко С.Я., Арсентьева Е.В. Русский язык как иностранный. – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2014. – Ч. 1.

3. Арсентьева Е.В., Евтушенко С.Я., Соколовская Л.А. Русский язык как иностранный. 1 сертификационный уровень владения русским языком. – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2015. – Ч. 2.

E. V. Arsenteva
Dalrybvtuz, Vladivostok, Russia

PRACTICAL WORK ON THE FORMATION OF GRAMMATICAL SKILLS AND ABILITIES OF FOREIGN STUDENTS OF A TECHNICAL UNIVERSITY

The author of the article considers the formation of grammatical skills and abilities of foreign students of a technical college.

Сведения об авторе: Арсентьева Елена Владимировна, старший преподаватель кафедры «Русский язык как иностранный», e-mail: arsentelena53mail.ru.

УДК 81+74.58

О.М. Батраева
ФГБОУ ВО «Дальрыбвтуз», Владивосток, Россия

РУССКИЙ ЯЗЫК В ОКЕАНАРИУМЕ: ПРОФЕССИОНАЛЬНО ОРИЕНТИРОВАННОЕ ОБУЧЕНИЕ ЯЗЫКУ СПЕЦИАЛЬНОСТИ ИНОСТРАННЫХ СТУДЕНТОВ ТЕХНИЧЕСКОГО ВУЗА

Проблема профессионально ориентированного обучения требует специального и постоянного рассмотрения. Каждое новое поколение студентов-иностранцев заставляет по-новому подходить к её решению. В связи с этим процесс обучения в техническом вузе требует такой организации, при которой иностранный студент становится бы субъектом образовательной деятельности.

Ключевые слова: иностранные учащиеся, язык специальности, научно-образовательный проект, коммуникативные компетенции, профессионально ориентированное обучение.

В современных условиях эффективность инновационной деятельности вуза оказывает большое влияние на его конкурентоспособность на рынке образовательных услуг и технологий. В настоящее время наиболее успешными в плане обеспечения инновационного характера развития образовательной деятельности становятся такие высшие учебные заведе-

ния, в которых одновременно реализуются следующие процессы: разработка реальных проектов, проведение исследований прикладного характера и использование образовательных технологий, обеспечивающих возможность различных форм обучения.

За последние десятилетия, как показывает практика, в системе высшего образования произошли кардинальные перемены. Хочется отметить, что интерактивные формы обучения достаточно востребованы в практике преподавания РКИ в техническом вузе, поскольку помогают сделать учебный процесс не только познавательным, но и увлекательным. Их использование облегчает восприятие и значительно упрощает усвоение учебного материала. Интерактивные формы обучения способствуют вовлечению всех обучающихся в совместную деятельность и формированию умения работать в команде. Современные методы обучения, несомненно, в процессе педагогического общения вносят в аудиторию нетрадиционные, паритетные отношения преподавателя РКИ и иностранных студентов, новую философию и ценности смыслового образования [6, с. 32].

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет приступил в апреле 2017 г. к реализации совместного образовательного проекта «Русский язык в океанариуме» с Дальневосточным филиалом Фонда «Русский мир», Научно-образовательным комплексом «Приморский океанариум». Автором статьи была разработана учебная программа, которая получила название «Кто живет в подводном мире?». Совместная деятельность поможет на базе «Приморского океанариума» реализовать уникальные образовательные программы в области морской биологии, океанологии, экологии. Это поможет включить иностранных студентов в реальный научно-образовательный процесс.

Программа учитывает принцип интеграции межпредметных дисциплин, которые изучаются иностранными студентами направления подготовки 35.03.09 «Промышленное рыболовство и аквакультура». Интегрированные уроки на базе Научно-образовательного комплекса «Приморский океанариум» рассчитаны на иностранных студентов, изучающих русский язык на продвинутом уровне обучения. В данной статье мы проанализируем проблемы, с которыми сталкиваются как студенты, так и преподаватели РКИ при обучении языку специальности.

Профессионально ориентированное обучение нами рассматривается через интеграцию образовательного процесса. Основная цель интегрированных уроков на экспериментальной площадке – сделать обучение прикладным, помогающим иностранным учащимся освоить лексико-грамматический материал и программы речевого поведения, необходимые для профессионального ориентированного общения на уроках дисциплины «Профессиональный иностранный язык II».

Профессиональный уровень студента-иностранца технического профиля во многом зависит от степени его владения языковыми нормами устной и письменной речи. Эффективность процесса обучения находится в прямой зависимости от педагогической технологии, которую мы применяем при реализации образовательных целей. Совместная образовательная программа вузов Владивостока «Русский язык в океанариуме» предусматривает использование интерактивных технологий обучения: ролевые игры, деловые игры, метод проекта, мозговой штурм и т. д. Такой подход позволяет нам интенсифицировать учебный процесс, в результате чего у студентов формируются навыки, необходимые для общения в разных коммуникативных ситуациях.

Необходимо отметить, что современная педагогика богата целым арсеналом интерактивных подходов, среди которых можно выделить следующие:

- творческие задания;
- работа в малых группах;
- обучающие игры (ролевые игры, имитации, деловые игры);
- использование общественных ресурсов (приглашение специалиста, экскурсии);
- социальные проекты и другие внеаудиторные методы обучения (соревнования, интервью, фильмы, спектакли, выставки);

- изучение и закрепление нового материала (интерактивная лекция, работа с наглядными пособиями, видео- и аудиоматериалами, «обучающийся в роли преподавателя», «каждый учит каждого», мозаика (ажурная пила), использование вопросов, сократический диалог);

- тестирование;
- тренинги.

Применение оптимального сочетания индивидуальных, парных, групповых и коллективных способов организации учебной деятельности, реализация межпредметных связей в процессе обучения языку специальности, учет личностных качеств иностранных студентов – оптимальная форма подготовки иностранных учащихся к профессионально ориентированному общению [7, с. 1]. Кроме того, иностранных учащихся в технологии интерактива не должно быть много. Количество участников и качество обучения могут оказаться в прямой зависимости. Оптимальное количество участников – до 15 человек. Интерактивные формы обучения обеспечивают высокую мотивацию, прочность знаний, творчество и фантазию, коммуникабельность, активную жизненную позицию, командный дух, ценность индивидуальности, свободу самовыражения, акцент на деятельность, взаимоуважение и демократичность. В результате усвоение учебного материала происходит значительно быстрее, чем при использовании традиционных методов преподавания. У иностранных студентов формируются речевые навыки, достаточные и необходимые для общения в разных коммуникативных ситуациях.

Учебная программа ФГБОУ ВО «Дальрыбвтуз» рассчитана на учебный год. В рамках ее реализации предусмотрены практические занятия на площадке Научно-образовательного комплекса «Приморский океанариум»: экскурсии по тематическим залам, интерактивные занятия, тестовые задания, видеоматериалы для говорения, аудирования, чтения и письма. Материалы экскурсий позволяют студентам-иностранцам познакомиться с представителями флоры и фауны морей Тихого океана.

В рамках экспериментальной работы нами определены основные цели и задачи совместного проекта:

- * формирование коммуникативных компетенций иностранных студентов, изучающих язык специальности, в рамках специально организованных практических занятий на базе Научно-образовательного комплекса «Приморский океанариум»;

- * достижение заданного уровня коммуникативной компетенции иностранных студентов, изучающих русский язык как иностранный в его основных компонентах: речевая, языковая и предметная компетенции (на основе экспонатов Научно-образовательного комплекса «Приморский океанариум»);

- * материалы языка специальности (направление подготовки 111500.62 «Промышленное рыболовство и аквакультура») предполагают комплексное формирование умений и навыков в четырех основных видах речевой деятельности [5, с. 17]:

- *в чтении* (адаптированные и неадаптированные статьи ученых ФГБОУ ВО «Дальрыбвтуз», ученых Научно-образовательного комплекса «Приморский океанариум», ученых ДВО РАН и т.д.); учебно-научная направленность текстов для чтения;

- *в письме* (создание письменных продуктов на русском языке: творческих проектов, сообщений, докладов, рефератов по результатам работы на базе Научно-образовательного комплекса «Приморский океанариум» и в университете);

- *в аудировании* (просмотр видеофрагментов о разнообразии водных биоресурсов морей Тихого океана; выполнение практических заданий и тестов);

- *в говорении* (создание иностранными студентами, изучающими язык специальности, монологических высказываний; подготовка к участию в диалогах и полилогах);

- * формирование и популяризация экологического мировоззрения иностранных студентов, изучающих язык специальности в российском вузе, поддержка и развитие системы непрерывного экологического образования и просвещения; правовые аспекты охраны ок-

ружающей среды, особо охраняемые природные территории, биологическое разнообразие, редкие и «краснокнижные» виды флоры и фауны [2, с. 102].

Какие основные направления исследовательской и экспериментальной работы будут проведены на площадке Научно-образовательного комплекса «Приморский океанариум»?

Во-первых, будут исследованы педагогические технологии, позволяющие эффективно проводить линию профессионально ориентированного обучения иностранных учащихся технического вуза.

Во-вторых, в ходе эксперимента для достижения целей и задач исследования будут использоваться методы: теоретический анализ психолого-педагогической и методической литературы по теме исследования, связанного с организацией профессионально ориентированного обучения; изучение и обобщение педагогического опыта; диагностические методы (анкетирование, наблюдение, тестирование, опрос) [4, с. 29].

В-третьих, опытно-экспериментальным способом будут разработаны методические рекомендации, дидактический материал, система заданий к учебному пособию «Русский язык в океанариуме»; теоретически и методически разработана модель процесса профессионально ориентированного обучения студентов-иностранцев технического вуза (рыбохозяйственного).

Необходимо отметить, что профессионально ориентированное обучение многозначно по своей структуре и содержанию. Как правило, оно представляет собой сложную, динамическую систему, составляющие которой, в свою очередь, складываются из множества компонентов, основу которых составляют различные философские, социально-исторические, социально-культурные, естественнонаучные принципы и подходы [1, с. 94]. Объектом профессионально ориентированного обучения является языковой материал:

- характерный для научного стиля (естественнонаучный подстиль);
- специфический для подъязыка (биология, экология);
- актуальный для устной научной речи иностранных студентов технического вуза как особой языковой подсистемы.

При разработке программы для студентов-иностранцев Дальневосточного государственного технического рыбохозяйственного университета были выделены основные направления деятельности: формирование коммуникативной компетенции как системы частных компетенций, т. е. знаний, навыков и умений эффективного речевого общения в русской языковой среде по специальности.

Тематический план учебной программы «Кто живет в подводном мире?» – программы ФГБОУ ВО «Дальрыбвтуз» – предусматривает интеграцию экскурсионного материала в залах океанариума и материалов учебно-научного плана (материалы для чтения, аудирования, говорения, письма). Представим несколько фрагментов программы:

Занятие 1. Возникновение жизни на Земле.

Лексико-грамматический материал по теме «Создание жизни на Земле» (мультимедийная презентация с профессиональной лексикой и терминами).

Работа над текстом «История возникновения Земли» (домашнее прочтение; работа по вопросам после текста).

Экскурсия в зал «Эволюция».

Видеоматериал «Возникновение жизни на Земле» с тестовым заданием на понимание.

Творческая (письменная работа) на тему: «Как возникла Земля: что меня удивило больше всего?».

Отработка интенций на задании «Вымершие животные».

Викторина: «Как возникла Земля?».

Занятие 2. Первые обитатели морей.

Лексико-грамматический материал по теме «Возникновение жизни в море» (мультимедийная презентация с профессиональной лексикой и терминами).

Работа над текстом «Как возникла жизнь в море?»

Экскурсия в зал «Обитатели моря: простейшие виды».

Творческий проект: учебная группа делится на пары, создает интервью (видеоматериал до 5 минут на русском языке о простейших обитателях морей). Вопросы задают друг другу.

Фрагмент фильма: «Год экологии». Выполнение теста на понимание.

Экологическая игра «Сохраним море!».

Занятие 3. Чем опасны и полезны медузы?

Лексико-грамматический материал по теме «Медузы Японского моря» (мультимедийная презентация с профессиональной лексикой и терминами).

Работа над текстом «Медузы Японского моря» (домашнее прочтение; работа по вопросам после текста).

Экскурсия в зал «Обитатели Японского моря».

Творческий проект. После экскурсии в зал «Обитатели Японского моря» студенты готовят презентации, делают сообщения на русском языке о разных медузах Приморья, Дальнего Востока [3, с. 78].

Фрагмент фильма «Чем опасен крестовик?». Выполнение теста на понимание.

Учебно-ролевая игра «Оказание первой медицинской помощи при укусе крестовика».

Анализируя преимущества совместного образовательного проекта, необходимо, на наш взгляд, рассматривать применение новых форм обучения как возможность обеспечить высокое качество образования. Таким образом, применяя принципы проектного подхода в процессе обучения иностранных учащихся языку специальности, происходит комплексное воздействие на обучаемого. Учебная деятельность приобретает прикладной характер, здесь сочетаются такие составляющие, как: концептуальная, иллюстративная, тренажерная, контролирующая части. В структуре учебного занятия в океанариуме могут присутствовать игровые компоненты, облегчающие понимание и усвоение представленного материала. При наличии специально оборудованных аудиторий проектный подход вполне органично вписывается в процесс преподавания языка специальности иностранных учащихся. Это, в свою очередь, позволяет наиболее эффективно достигать прогнозируемых результатов обучения и *раскрывать потенциальные возможности* каждого студента. Учитывая специфику предмета «Профессиональный иностранный язык II (язык специальности)», подобная технология может обеспечить необходимые условия для активизации познавательной и речевой деятельности каждого студента-иностранца, тем самым, предоставляя ему возможность осознать, осмыслить новый языковой материал (полученный в ходе организованных экскурсий в залах океанариума), получить достаточную практику для формирования необходимых навыков и умений. Здесь, как ни в одной другой дисциплине, огромное значение приобретает самостоятельная работа иностранного студента, направляемая преподавателем и формирующая речевые навыки.

Кроме того, в Научно-образовательном комплексе «Приморский океанариум» созданы условия для организации учебно-научной деятельности иностранных студентов. Во-первых, собраны популяции обитателей морей Тихого и Мирового океанов.

Во-вторых, современное оборудование позволяет создавать необходимые коммуникативные ситуации в экскурсионном зале, в учебном классе, способствует автоматизированию языковых и речевых действий, интенсифицирует самостоятельную работу студента, позволяет колоссально экономить время.

В-третьих, высокий научный потенциал ученых, сопровождающих совместный образовательный проект, позволяет обеспечивать научную составляющую профессионально ориентированного обучения.

Сегодня мы осознаем, что происходит смена образовательной парадигмы, предлагается иное содержание образования, традиционные способы подачи информации уступают место иному взаимодействию преподавателя РКИ со студентами-иностранцами. В области методики профессионально ориентированного обучения ведутся научные дискуссии и споры, затрагивающие сферу технологий и инноваций в обучении. Рождаются новые концепции, в рамках которых осмысливаются перемены, происходящие во взглядах на тео-

рию, методику и технологию обучения. Но бесспорным остается тот факт, что образовательный процесс должен быть, прежде всего, профессионально ориентированным. В педагогике есть термин «открытое образование», основным принципом которого являются интеграционные процессы. Если мы раньше считали, что развитие методики обучения языку специальности затрагивают преимущественно уровень лексики, то на практическом уровне пришли к убеждению, что каждый профиль подготовки иностранных студентов диктует необходимость выработки специального подхода к процессу их языковой подготовки.

Таким образом, практическая деятельность в рамках научно-образовательной программы Дальневосточного филиала Фонда «Русский мир», Научно-образовательного комплекса «Приморский океанариум» и Дальневосточного государственного технического рыбохозяйственного университета представляет собой специально организованный образовательный проект, реализующий профессионально ориентированное обучение.

Это, в свою очередь, требует огромной подготовительной работы преподавателя русского языка как иностранного, той гибкости, которую он должен проявлять при планировании занятий, их подготовке, проведении, и наконец, в оценке того, что было сделано в рамках совместного проекта. Для этого нужна профессиональная фантазия, умение подать материал, теоретические знания и практический опыт, а главное, преподаватель РКИ должен владеть всем арсеналом педагогических приемов и методик.

Список литературы

1. Афанасьева Н.Д., Лобанова Л.А. Читаем тексты по специальности. Экономика: учебное пособие по языку специальности. – СПб.: Златоуст, 2012. – 96 с.
2. Батраева О.М. Работа над текстами углубленного чтения по специальности как фактор формирования профессионально ориентированной компетенции иностранных студентов в техническом вузе // Вестн. Дальрыбвтуза. – 2014. – № 1. – 94–96 с.
3. Батраева О.М. Профессиональный иностранный язык II: Тексты по специальности: учеб. пособие / О.М. Батраева. – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2013. – 237 с.
4. Батраева О.М. Тестирование как механизм формирования профессионально-коммуникативной компетенции иностранных студентов технического вуза // Высшее образование сегодня. – 2016. – № 7. – С. 30–33.
5. Батраева О.М. Профессиональный аспект подготовки иностранных студентов технического вуза: место интерактивных методов в языке специальности (из опыта работы) // Педагогическое образование в России (Научное издание ФГБОУ ВО «Уральский государственный педагогический университет»). – 2016. – № 11. – 112–120 с.
6. Пассов Е.И. Русское слово в методике как путь в Мир русского Слова или Есть ли у методики будущее? – СПб: МИРС, 2008. – 60 с.
7. Щукин А.Н. Современные интенсивные методы и технологии обучения иностранным языкам: учеб. пособие. – М.: Филоматис, 2008. – 188 с.

O.M. Batraeva
Dalrybvtuz, Vladivostok, Russia

RUSSIAN LANGUAGE IN THE OCEANARIUM: PROFESSIONALLY ORIENTED TRAINING LANGUAGE FOR SPECIALTY OF FOREIGN STUDENTS OF TECHNICAL HIGHER EDUCATION

The problem of professionally oriented training of foreign students in the specialty language is an important component of the educational process. Priority in the work of the teacher of the discipline "Professional Foreign Language II" with foreign students is given to modern methods and technologies of teaching as a form of multilateral communication.

Key words: *foreign students, language of specialty, scientific and educational project, communicative competence, professionally oriented training.*

Сведения об авторе: Батраева Ольга Матвеевна, ст. преподаватель кафедры «Русский язык как иностранный», e-mail: link.olga@mail.ru.

Н.П. Каретникова
ФГБОУ ВО «Дальрыбвтуз», Владивосток, Россия

ПРОФЕССИОНАЛЬНО ОРИЕНТИРОВАННОЕ ОБУЧЕНИЕ ИНОСТРАННЫХ СТУДЕНТОВ ТЕХНИЧЕСКОГО ВУЗА

Рассмотрены вопросы работы над словарным запасом иностранных студентов, изучающих дисциплину «Профессиональный иностранный язык I».

Дисциплина «Профессиональный иностранный язык I» входит в структуру формирования профессиональной компетентности будущих специалистов технического профиля. Владение языком делового общения, по нашему мнению, выражается в формировании у студентов-иностранцев лингвистической профессионально ориентированной компетентности – интегративного свойства личности, суммирующего знания, умения и навыки, приобретаемые в процессе обучения русскому языку [2, с. 102].

Для формирования навыков хорошей устной и письменной речи иностранных студентов технического вуза, прежде всего, в дисциплине «Профессиональный иностранный язык I», необходимо знакомить студентов с большим объемом слов профессиональной направленности.

Целостное погружение студентов-иностранцев в профессионально ориентированную деятельность и формирование устойчивой мотивации к изучению русского языка делового общения осуществляется через связь всего процесса обучения с условиями и содержанием будущей информационной деятельности.

Весь процесс обучения деловому общению на русском языке максимально приближается к реальной профессиональной деятельности при использовании русского языка как средства его информационной деятельности, профессионального общения [3, с. 94].

Как показывает практика, один из основных путей реализации принципа учебно-профессиональной направленности при обучении русскому языку делового общения – это знания о технологиях, правилах чтения и перевода текстов по профессионально ориентированной направленности.

Прежде чем иностранный студент приступит к переводу текста, он знакомится с материалом обучающего характера, ориентирующим его на изучение основ своей специальности. Обычно это тексты небольшие по размеру, с последовательным содержанием. Затем студенты начинают переводить статьи из журналов по своей специальности, статьи из справочной литературы. Тексты сопровождаются опорой на логику предметно-понятийной сферы специализации студента.

Кроме того, при работе с экономическими текстами можно использовать технологии изучающего чтения: медленное чтение про себя без ограничения времени. При профессионально ориентированном изучении иностранного языка следует использовать в работе поисковое чтение и выполнять следующие задания: определить проблему текста, найти ответ на профессионально значимый вопрос, просмотреть аннотацию и определить, соответствует ли она содержанию текста. При ознакомительном чтении осуществляется проверка понимания основной информации без перевода на русский язык. Выполняются следующие задания: составить план текста, выбрать правильный ответ на вопрос из предложенных вариантов, передать содержание текста, составить аннотацию, найти основную мысль в начале, середине и конце текста. Дисциплина «Профессиональный иностранный язык I» является средством обмена информацией при устном и письменном общении, тематические аутентичные тексты, информация, содержащаяся в рекламных проспектах, учебные пособия по основам экономических знаний должны содержать ту экономическую информацию,

с помощью которой реализуется цель обучения иностранному языку студентов- иностранцев экономических специальностей.

Параллельно ведется работа над лексико-грамматическим материалом статьи или текста из учебного пособия по деловому языку.

С нашей точки зрения, необходимо вырабатывать в студентах умение слагать эти слова в предложения для того, чтобы они могли правильно и свободно передавать свои и чужие мысли.

Работа над словом является трудоемким для иностранных учащихся процессом, направленным на развитие речи и развитие мышления.

Перевод слов из пассивного словаря иностранных учащихся в активный, а также умение правильно и грамотно излагать свои мысли в письме является необходимым элементом обучения словарной работе на уроках русского делового языка.

В настоящее время проблема словарной работы для иностранных студентов является одной из наиболее актуальных. Современные учебники и программы учебного предмета «Профессиональный иностранный язык I» для иностранцев необходимо дополнить знаниями и словарем учебно-профессионального характера.

Немало важны упражнения и задания, направленные на повышение познавательной самостоятельности и активности учащихся, развитие творческих способностей, организации обучения на основе решения субъективно-творческих задач. При соблюдении различных объемов и пропорций в этом видится одна из плодотворных идей.

Остановимся подробнее на текстах учебно-профессиональной темы. При изучающем чтении деловых текстов непременно нужно спрашивать иностранных учащихся, все ли слова, встречающиеся в тексте, известны, понятны. Необходимо учить видеть незнакомые слова, находить им объяснение, записывать в индивидуальные словарики.

Важно также познакомить их с принципами работы со словарем. Записывать слова можно в столбики: в первом – незнакомое слово, во втором – его перевод на родной язык, а еще лучше – толкование слова на изучаемом языке.

Ниже могут приводиться примеры фраз или предложений, в которых употребляются незнакомое слово или слова, с которыми оно может сочетаться. И далее записываются родственные слова для большего пополнения словаря. Необходимо уточнить, что для иностранных студентов с хорошей зрительной памятью можно записывать слова с картинками или образами. Для других же, возможно, важнее логические схемы, круги и разветвления от него (в кругу – главное слово, в разветвлениях – примеры). Для контроля словарных навыков весьма эффективны различного рода диктанты.

Вариативный диктант обеспечивают самостоятельность учащихся, обмениваясь тетрадями, они могут проверять ошибки друг у друга. Выученные слова также можно проверить устно. Студенты должны уметь объяснять слова на русском языке, давать примеры и узнавать ошибки. Для этого предлагаются различные игровые упражнения.

Иногда лексическое значение слов подсказывается контекстом, и в этих случаях учащиеся могут понять смысл слова самостоятельно, без специальных разъяснений. Для слов с предметным значением лучше предложить наглядное объяснение, показав или сам предмет, или его изображение на рисунке, на слайде, в учебном фильме. Когда наглядное объяснение не представляется возможным, можно раскрыть содержание слова путем краткого словесного толкования.

Возможно применение следующих способов определений:

а) путем подбора к нему синонимов (форс-мажорные обстоятельства – чрезвычайные обстоятельства);

б) путем перечислений объектов (признаков, явлений, действий), общую группу которых называют данным словом;

г) путем родовидового определения.

Формирование делового письменного языка иностранных студентов – сложный и длительный процесс. Необходимо обратить внимание на организацию работы над сло-

варным запасом будущих менеджеров. Словарные упражнения будут эффективными и обеспечат прочное усвоение студентами-иностранцами новых слов только в том случае, если применять разнообразные приемы изучения и закрепления их и систематически проверять умение учащихся безошибочно писать изученные ими слова.

Хорошо давать задания, которые направлены в комплексе и на усвоение правописания, и на орфоэпическое произношение, и на правильное построение грамматических категорий, и на активизацию лексического словаря, и на развитие связной речи. Квалифицируем типы заданий:

- 1) различные виды работы со словарем;
- 2) подбор к изучаемому слову однокоренных слов, а также образование новых слов при помощи приставок и суффиксов; это не только помогает избежать ошибок при написании, но и значительно расширяет лексикон студента-иностранца;
- 3) разбор слова по составу, что приводит к осознанию иностранными учащимися морфологической структуры слова;
- 4) подбор к изучаемому слову синонимов и антонимов, которые помогают нам передать свою мысль более точно;
- 5) различные виды работы с устойчивыми выражениями, отрывками из публикаций, деловых документов; разгадывание кроссвордов;
- 6) составление с изучаемым словом словосочетаний и предложений, а с группой слов деловые письма и документы.

В профессионально ориентированном обучении «Профессиональному иностранному языку I» очень эффективным является интерактивное обучение, способствующее активному взаимодействию всех участников образовательного процесса. При интерактивном обучении основное внимание уделяется самому процессу коммуникации и учебной ситуации в аудитории [1, с. 97].

Наиболее эффективные методы интерактивного обучения, используемые в профессионально ориентированном изучении:

- дискуссионные (диалог, «мозговая атака», «круглый стол», беседа);
- игровые (деловая игра, ролевая игра, проектная игра, имитационная игра, организационно-деятельностная игра);
- тренинговые (коммуникативный тренинг);
- научно-практическая конференция.

Интерактивное обучение побуждает к совместной поисковой деятельности иностранных студентов и преподавателя, все участники получают новый опыт взаимодействия и общения.

Эффективность обучения деловому языку общения иностранных студентов экономических специальностей (менеджмент) достигается с помощью применения различных форм и способов проблемного обучения, введением системной организации индивидуально-дифференцированного обучения.

Необходимо развивать умения и навыки самостоятельной работы, направленные на поиск и переработку профессионально ориентированных учебных текстов, журнальных статей. Цель самостоятельной работы – научить иностранных студентов учиться и таким образом содействовать развитию творческих способностей.

Коммуникативный подход в обучении деловому языку способствует применению в учебном процессе групповых форм, включающих учебные игры, которые можно разделить на языковые (аспектные), речевые и обучающие общению [1, с. 134]. Использование коммуникативного подхода создает благоприятный психологический климат на занятии, повышает мотивацию иностранных студентов, активно участвующих в деловых и ролевых играх. В процессе усвоения учебного материала на практических занятиях, при самостоятельной работе, при участии в научно-практических конференциях у студентов-иностранцев формируются коммуникативные умения, что является очень важным в учебно-профессиональной сфере.

Таким образом, применение различных форм, приемов и методов обучения, профессиональная направленность содержания курса иностранного языка способствует качественной подготовке будущих специалистов экономического профиля, становлению его личности, а также содействует повышению эффективности обучения иностранному языку студентов экономических специальностей.

Список литературы

1. Баграмова Н.В. Интерактивный подход в обучении иностранным языкам. – М.: Академия, 2005. – 157 с.
2. Деркач А.А., Щербак С. Ф. Педагогическая эвристика. – М.: Педагогика, 1991. – 224 с.
3. Плужникова Ю.А. О проблемах профессионально ориентированного обучения иностранным языкам студентов неязыкового вуза // Актуальные проблемы иностранного языка делового и профессионального общения: сб. статей. – М.: РУДН, 2006. – С. 94–95.

N.P. Karetnikova
Dalrybvtuz, Vladivostok, Russia

PROFESSIONALLY ORIENTED TRAINING OF FOREIGN STUDENTS OF TECHNICAL HIGHER EDUCATION

The author offers the new models of training that will help students to acquire better writing and communication skills in their language practice based on modern literature and her own wide experience of teaching Business Russian to foreigners.

Сведения об авторе: Каретникова Наталья Петровна, ассистент кафедры «Русский язык как иностранный», e-mail: NP_Karetnikova@mail.ru.

УДК 681.32+519.876.5

А.А. Недбайлов
ФГБОУ ВО «Дальрыбвтуз», Владивосток, Россия

МОДЕЛИРОВАНИЕ 3D-ОБЪЕКТОВ С ПАРАМЕТРИЗАЦИЕЙ

Рассматривается вопрос подготовки 3D-моделей технического назначения с возможностью изменения их размеров и/или формы.

Использование 3D-технологий приобретает всё более широкие масштабы в самых разных отраслях промышленности. В связи с этим становится актуальной проблема подготовки студентов технических специальностей к созданию 3D-моделей объектов, размеры которых известны. Такая модель будет на самом деле являться только экземпляром объекта с фиксированными размерами. Для построения универсальной модели, размеры которой могут изменяться пользователем, необходимо подготовить соответствующую программу в среде специальной программы. В данном случае в качестве такой среды выбрано приложение openSCAD [1].

Программа openSCAD работает с 2D-примитивами:

- круг;
- квадрат;
- многоугольник;

и 3D-объектами:

- сфера;
- куб;
- цилиндр;
- многогранник,

в отношении которых можно выполнять специальные операции. Поскольку в openSCAD требуется подготовить программу построения модели, для успешной работы студентов необходимо соответствующее технологическое обеспечение, сочетающее комбинацию приёмов программирования и операций с примитивами и объектами. Желательно, чтобы оно было основано на уже имеющемся у студентов опыте работы с графикой.

На начальном этапе работы были проанализированы технологии подготовки эскизов, с которыми студенты уже знакомы. Эти технологии обеспечивают создание рисунков технического назначения с использованием таких примитивов, как отрезок, прямоугольник, эллипс. В отношении упомянутых примитивов выполняются определённые операции.

Сопоставление среды подготовки эскизов (например, графические редакторы Paint или GIMP) со средой подготовки 3D-программирования openSCAD позволило предположить, что технологический подход к созданию 3D-моделей может быть основан на одной из технологий создания эскизов, известной студентам под названием «метод конструктора».

Для адаптации метода конструктора к подготовке 3D-моделей были подготовлены аналогии операций с объектами в openSCAD к операциям с примитивами в Paint. В результате студентам был предложен метод «добавление объектов и операций». Имея готовые эскизы 3D-объекта и размеры, студенты строят экземпляры объектов фиксированных размеров, подставляя в операторы openSCAD соответствующие числовые значения.

Если же поставлена задача подготовить универсальную программу, необходимо числа заменить переменными, значения которых доступны пользователю для изменения. Таким образом, выполняется переход к параметризации модели 3D-объекта.

Студенты уже имеют опыт подготовки моделей объектов и процессов в среде электронных таблиц. Один из критериев корректности построения такой модели – соблюдение принципа блочности:

- первый блок – текстовая информация для пользователя;
- второй блок – исходные данные (параметры модели), или величины, которые пользователь может изменить;
- третий блок – вычисления по формулам математической модели.

Для построения 3D-модели студентам была предложена такая же структура расположения информации в окне openSCAD.

Как показывают результаты, студенты третьего курса достаточно быстро осваивают предложенные им технологии подготовки и хорошо справляются с простыми моделями технического назначения.

Список литературы

Электронный ресурс <http://www.openscad.org/> (дата обращения 12.04.17).

A.A. Nedbaylov
Dalrybvtuz, Vladivostok, Russia

MODELLING OF 3D OBJECTS WITH PARAMETERIZATION

The paper addresses the issue of building 3D models for technical purposes with the possibility of changing their size and/or form.

Сведения об авторе: Недбайлов Александр Андреевич, старший преподаватель,
e-mail: 244-13-60, teach_it@mail.ru.

А.А. Недбайлов
ФГБОУ ВО «Дальрыбвтуз», Владивосток, Россия

СОВРЕМЕННЫЕ ИТ-ПРАКТИКИ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ

Рассматриваются возможности использования индивидуальных мобильных устройств студентов в учебном процессе по техническим дисциплинам.

В современных условиях, когда у каждого студента есть мобильное устройство с хорошими вычислительными возможностями, представляется целесообразным организовать устраивающие всех (преподавателей и студентов) способы его использования в учебном процессе. В этом случае можно было бы в известной мере решить достаточно важную проблему сокращения времени, выделяемого для занятий со студентами преподавателям общеобразовательных и общетехнических кафедр. Задача состоит в том, чтобы предложить состав и способы подготовки образовательных ресурсов, которые можно было бы использовать как на теоретических, так и в практических (лабораторных) занятиях.

В ходе выполнения ГBT №663/2016 «Разработка программных средств для моделирования и расчёта электрических цепей» достаточно много времени было уделено опросам преподавателей с целью установить достаточный для них функционал программ моделирования. В ходе бесед также поднимались вопросы, касающиеся теоретических аспектов функционирования моделируемых цепей, применяемого математического аппарата, визуализации информации в разных формах. В результате оказался доступен для обсуждения широкий круг проблем, для решения которых вполне можно было бы использовать мобильные устройства в рамках современной ИТ-практики BYOD (Bring Your Own Device – принеси своё мобильное устройство) [1]. Задачи состоят в том, чтобы:

- подготовить преподавателей к использованию мобильных устройств в ходе теоретических и практических занятий;
- подготовить преподавателей к созданию образовательных ресурсов, пригодных для использования в мобильных устройствах.

В качестве основы для использования ИТ-практики BYOD предлагается другая ИТ-практика – «1 ученик : 1 компьютер» [2]. Для неё учебной аудиторией может быть как лекционная, так и лабораторная. Процесс взаимодействия студентов с преподавателем может быть существенно интенсифицирован, что поспособствует получению студентами большего количества учебной информации с элементами как практики, так и мини-исследования.

Использование в учебном процессе смартфонов или планшетов позволит повысить заинтересованность студентов, обеспечить деятельностный подход во время теоретических занятий.

Для проверки возможностей использования студентами смартфонов во время теоретических занятий были подготовлены задачи, касающиеся расчётов в среде электронных таблиц. Электронные таблицы доступны для всех мобильных платформ (Android, iOS, Windows). Студенты поэтапно выполняли моделирование цепи постоянного тока из четырёх элементов и её исследование. Такая работа во время лекции повысила заинтересованность большинства студентов группы к излагаемому материалу, позволила студентам самим выполнять работу или объединиться в группы (до четырёх человек).

Во взаимодействии с преподавателями кафедры «Инженерные дисциплины» были предварительно определены форма и содержание образовательных ресурсов по ряду дисциплин. В качестве эксперимента подготовлены динамические изображения, которые можно было бы использовать и для мобильных устройств. Обсуждён математический аппарат для типовых расчётов.

Мобильные устройства вполне могут использоваться в учебном процессе.

Вуз получает возможности:

- создавать и использовать мобильные классы, оснащённые планшетами;
- существенно экономить средства, связанные с приобретением вычислительного оборудования (например, планшетов);
- существенно экономить средства на оплату электроэнергии;
- решить проблему с концентрацией значительного количества вычислительных устройств в одном помещении.

Использование мобильных устройств даёт возможность преподавателям:

- интенсифицировать учебный процесс, компенсируя в известной мере сокращение учебного времени;
- повысить интерес студентов к изучаемому материалу.

Список литературы

1. Кудрявцев А.А. Новые возможности использования мобильных устройств в учебном процессе вуза // Педагогическое образование в России. – 2015. – № 7. – С. 71–76.

2. Ярмахов Б.Б. «1 ученик : 1 компьютер» – образовательная модель мобильного обучения в школе. – М.: Издательский дом «АМИпринт», 2013.

A.A. Nedbaylov
Dalrybvtuz, Vladivostok, Russia

MODERN IT-PRACTICES IN THE EDUCATIONAL PROCESS

The paper addresses the possibilities of using students' individual mobile devices in the educational process in technical studies.

Сведения об авторе: Недбайлов Александр Андреевич, старший преподаватель, e-mail: 244-13-60, teach_it@mail.ru.

УДК 372.862

Е.В. Ющик
ФГБОУ ВО «Дальрыбвтуз», Владивосток, Россия

ОЦЕНКА ТРУДНОСТИ ТЕСТОВЫХ ЗАДАНИЙ ДЛЯ КОМПЬЮТЕРНОГО КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ИНФОРМАТИКА»

Рассмотрены основные методы определения уровня трудности тестовых заданий для формирования базы данных, используемой при создании многоуровневого теста в компьютерном тестировании студентов по дисциплине «Информатика».

Процесс образования подчиняется требованиям современных Федеральных государственных образовательных стандартов (ФГОС) к результатам освоения образовательных программ. Оценка компетенций является составной частью образовательной системы и выполняет функцию контроля за получением образовательного результата – уровня сформированности компетенций в процессе освоения ООП.

Для освоения компетенции выделяют категории «знать», «уметь», «владеть», в которые вкладывается следующий смысл: «знать» – воспроизводить и объяснять учебный ма-

териал с требуемой степенью научной точности и полноты; «уметь» – решать типичные задачи на основе воспроизведения стандартных алгоритмов решения; «владеть» – решать усложненные задачи на основе приобретенных знаний, умений и навыков, с их применением в нетипичных ситуациях [1].

Массовая компьютеризация, внедрение и развитие новейших информационных и телекоммуникационных технологий позволяют по-новому организовать образовательный процесс, обеспечить высокое качество обучения. В рамках курса преподавания информатики информационная технология стала не только предметом изучения, но и методом обучения [2].

Общепризнано, что главной целью педагогического тестирования является объективное измерение уровня знаний испытуемых и достаточно точное определение рейтинга, при этом очевидно, что будь заранее известны трудности входящих в состав теста тестовых заданий (ТЗ), то в качестве основы оценки рейтинга испытуемого следовало бы взять суммарную трудность верно решенных им заданий. В связи с этим центральной проблемой теории тестирования оказывается проблема корректного определения трудности ТЗ.

Оценка трудности ТЗ проводится по-разному, в зависимости от выбранной теории методов обработки эмпирических результатов выполнения тестов. Известная трудность заданий это первое требование к ТЗ, где каждый последующий вопрос сложнее предыдущего.

В общем случае сложность и трудность определяются разработчиком ТЗ и указывают субъективную величину того, насколько тяжело будет решить данное тестовое задание испытуемому с минимальным уровнем подготовки за определенное время.

Можно различать два вида сложности и трудности – теоретическая (априорная) и фактическая (апостериорная). Априорная сложность и трудность определяются экспертами до проведения тестовых испытаний. В процессе апробации банка тестовых заданий и расчета по определенным методикам получают апостериорные сложность и трудность.

Нужно учитывать, что при использовании банка ТЗ при тестировании трудность и сложность может адаптироваться в соответствии с аудиторией, т.е. при получении статистических данных по ответам на задания можно выявить насколько легко задание воспринимается тестируемыми и какие заключения на него даются. В соответствии с этим устанавливаются фактическая (апостериорная) трудность и сложность ТЗ.

В статье рассматривается процесс освоения дисциплины «Информатика» студентами, обучающимися по направлению подготовки 35.03.08 «Водные биоресурсы». По этому направлению отсутствует вступительный экзамен по информатике, и абитуриенты больше внимания уделяют биологическим дисциплинам. В то же время по-прежнему присутствует неравномерность в техническом развитии школ, и поэтому предварительная подготовка по информатике среди студентов получается весьма неоднородной.

Несмотря на то, что в школьных образовательных стандартах заложены все основные положения вузовских программ, значительная часть учебного времени уходит на повторение того, что должно быть известно из общеобразовательной школы.

Однако именно это и позволяет использовать при контроле знаний задания из ЕГЭ, так как они проверены экспертами. При этом необходимо учитывать, что сложность задания будет уже другая, так как уровень знаний учеников школы и студентов вуза теоретические отличается.

Предварительная классификация тестовых заданий для компьютерного тестирования по уровням сложности может определяться различными способами:

- учитывая в общем виде те мыслительные операции, которые требуются для успешного выполнения конкретных ТЗ [3];

- определяя такие факторы, как количество концептов, необходимых для решения ТЗ; образ мышления, на который направлено ТЗ; форма ТЗ; глубина расположения ТЗ в спецификации; количество дистракторов и правильных заключений; уровень значимости [4].

Приведем следующие примеры:

Тестовое задание первого уровня сложности

Единица информации, состоящая из 8 бит – (Ответ: байт).

Для решения такого задания не надо выполнять каких-либо действий, кроме как вспомнить определение байта. Тестовое задание *первого уровня сложности* имеет один концепт.

Тестовое задание второго уровня сложности

Сколько килобайт в 3072 байт (Ответ: 3).

Для того чтобы посчитать количество Кбайт нужно вспомнить количество байт в 1Кбайте и выполнить несложные арифметические действия. Здесь налицо наличие двух несложных концептов.

Тестовое задание третьего уровня сложности

Текстовый документ имеет размер 1,5 Мб. На каждой странице 25 строк по 80 символов. Сколько страниц в документе? (Ответ:787).

Для того чтобы дать верное утверждение на тестовое суждение, нужно посчитать количество символов на странице, что эквивалентно количеству байт (2000 байт), перевести 1,5Мб в байты (1 572 864 байт) и разделить второе число на первое и округлить до целого (787). Здесь присутствует несколько концептов. И из всех представленных выше заданий здесь нужно сделать больше всего шагов для того, чтобы получить верное заключение, следовательно, это задания с точки зрения наличия концептов можно считать самым трудным.

Информационно-образовательная среда вуза используется в основном для проведения контрольно-оценочных мероприятий при различных этапах проверки знаний. При проведении текущего контроля используется тестирование по различным темам предмета.

Рассмотренные возможные модели тестовых заданий для компьютерного тестирования с учетом уровня сложности заданий были реализованы в СДО Дальрыбвтуза при проведении промежуточного тестирования по дисциплине «Информатика».

Список литературы

1. Ющик Е.В. Установление дескрипторов в структуре общепрофессиональной компетенции инфокоммуникационных дисциплин // Международный науч. журн. «СИМВОЛ НАУКИ» № 4/2016: в 4 ч. Часть 2. – Уфа: Омега-сайнс, 2016. – С. 214–216.

2. Ющик Е.В., Колбина Е.А. Использование средств информационно-коммуникационных технологии в обучении информатике // Науч. тр. Дальрыбвтуза. – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2009. – № 21. – С. 226–232.

3. Ющик Е.В. Компьютерные технологии в формировании контрольно-оценочных средств дисциплины «Информатика» // Вестн. Дальрыбвтуза 2016. – Владивосток. Дальрыбвтуз, 2016. – № 8.– С. 78-82. – С. 84.

4. Попов Д.И., Попова Е.Д. Экспертиза качества тестовых заданий: учеб. пособие. – М.: МГУП, 2008. – 84 с. URL:<http://www.hi-edu.ru/e-books/xbook688/01/part-004.htm> (Дата обращения 3.04.2017).

E.V.Y ushchik
Dalrybvtuz, Vladivostok, Russia

ASSESSMENT OF THE DIFFICULTY OF TEST TASKS FOR COMPUTER CONTROL OF KNOWLEDGE ON THE SUBJECT "INFORMATICS"

In the article the basic methods of definition of level of difficulty of test tasks for creation of a database that is used when designing multi-level test in computer testing of students on the subject "Informatics"

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

СОДЕРЖАНИЕ

Секция 1. НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ ОРГАНИЗАЦИИ И РЕГУЛИРОВАНИЯ РЫБОЛОВСТВА.....	3
<i>Бойцов А.Н., Стрельникова В.Е., Белова К.А., Осипов Е.В., Шевченко А.И., Пилипчук Д.А.</i> Обоснование параметров устьевой части трала для промысла летних скоплений скумбрии	3
<i>Бойцов А.Н., Стрельникова В.Е., Белова К.А., Осипов Е.В., Шевченко А.И., Пилипчук Д.А.</i> Характеристики траловых систем для промысла современных и прогнозируемых скоплений сардины-иваси	9
<i>Евсеева Н.В.</i> О рациональном промысле ламинариевых водорослей.....	11
<i>Загрийчук В.П., Сайткулов В.Р.</i> Характеристика основных нарушений правил рыболовства в Азово-Черноморском рыбохозяйственном бассейне.....	17
<i>Казаков Д.В.</i> Исследование влияния на поведение лососевых полей скоростей течений в районах действия ставных неводов	20
<i>Лисиенко С.В.</i> Современный подход к решению проблемы повышения качества рыболовства на основе совершенствования организации ведения добычи водных биологических ресурсов (на примере Дальневосточного рыбохозяйственного бассейна).....	23
<i>Недоступ А.А., Ражев А.О.</i> Постановка задачи динамического подбора траловой системы.....	29
<i>Недоступ А.А., Ражев А.О.</i> Математическая модель взаимодействия распорной траловой доски с канатно-сетной частью разноглубинного трала	36
<i>Ражев А.О., Недоступ А.А.</i> Имитационное моделирование твердотельных элементов разноглубинной траловой системы методом расщепления	40
Секция 2. ВОДНЫЕ БИОЛОГИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ, АКВАКУЛЬТУРА И ЭКОЛОГИЯ	45
<i>Nguyen Ngoc Chinh, Ha Nguyen Van, Duc Nguyen Huu, Ngo Ha Duy.</i> First report of the species <i>Unicapsula andersenae</i> Miller & Adlard, 2013 (Muxozoa: Multivalvulida) from the muscles of hairfinned leatherjacket <i>Paramonacanthus japonicus</i> (Tilesius, 1809) in quang binh, Vietnam	45
<i>Nguyen Dinh Tu, Nguyen Thi Xuan Phuong, Pham Thi Man, Trinh Hoang Bich Diep, Nguyen Thi Linh Trang and Nguyen Vu Thanh.</i> Nematode community for different zones in Cangio biosphere reserve, Vietnam	51
<i>Tkachenko Halyna, Grudniewska Joanna.</i> Antioxidant defense in the brain tissue of rainbow trout (<i>Oncorhynchus mykiss</i> walbaum) immunized by anti-aeromonas vaccine.....	59
<i>Афейчук Л.С.</i> Состояние ресурсов анадары Броутона (<i>anadara Broughtonii, Schrenk, 1867</i>) из скопления Уссурийского залива (Японское море) в батиметрическом аспекте.....	64
<i>Афейчук Л.С.</i> Состояние ресурсов анадары Броутона (<i>anadara Broughtonii, Schrenk, 1867</i>) из скопления Амурского залива (Японское море) в батиметрическом аспекте.....	70
<i>Бойко Н.Е., Ружинская Л.П., Рудницкая О.А., Короткова Л.М.</i> Исследование факторов неспецифической иммунной защиты у черноморского калкана.....	76
<i>Борисовец Е.Э., Власенко Р.В., Соколенко Д.А., Незамутдинова Ю.О.</i> Распределение и некоторые черты биологии <i>Protothaca adamsii</i> (Bivalvia, Veneridae) в заливе Петра Великого (Японское море)	79
<i>Булатова Т.В., Ванюшин Г.П.</i> Температурные условия 1998–2012 гг. в зонах раннего онтогенеза северо-восточной арктической трески – оценка влияния на промысловое пополнение в возрасте 3+	85
<i>Бусарова О.Ю., Федосеева В.В.</i> О паразитофауне молоди мальмы <i>Salvelinus malma</i> реки Авача на Камчатке.....	90

Войкина А.В., Кузина В.Ф., Сергеева С.Г., Цыбульская М.А., Бугаев Л.А. Физиологическое состояние черноморско-азовской проходной сельди <i>Alosa immaculate</i> (Bennett) в 2016 г.	94
Волкова А.В., Головкин Г.В. Питание речного окуня (<i>Perca fluviatilis</i>) в дельте Дона.....	96
Гайко Л.А. Современные подходы к прогнозированию урожайности гидробионтов в хозяйствах марикультуры с использованием климатической информации.....	101
Гайко Л.А. Особенности хода температуры воды и воздуха за последние десятилетия в прибрежной зоне залива Петра Великого (Японское море).....	104
Горбачева Е.А. Токсикологические исследования донных отложений прибрежных районов Баренцева моря.....	109
Горюнов М.И., Смирнов А.В. Некоторые биологические показатели минтая и сельди в Охотском море в 2017 году.....	114
Дзюбенко Е.В., Истомина А.А., Бельчева Н.Н. Обычная и синхронная спектрофлуориметрия желчи рыбы как показатель загрязнения морской среды полициклическими ароматическими углеводородами.....	118
Дубина В.А., Плотников В.В. Использование современной российской спутниковой информации для решения задач экологии и природопользования.....	121
Еремеева Е.С., Пономарева Е.Н. Инвазионные виды нижнего течения Дона и Азовского моря.....	127
Жилин А.Ю., Плотницкая Н.Ф., Бондарь А.М. Содержание полициклических ароматических углеводородов (ПАУ) в промысловых рыбах Баренцева моря.....	131
Жильцова Л.В., Дзизюров В.Д. Опыт переселения молоди дальневосточного трепанга (<i>Apostichopus japonicus</i>) на естественном субстрате с полей анфельции в бухту Рифовую (Японское море).....	136
Жильцова Л.В. Штормовые выбросы анфельции в заливе Петра Великого в период 2015–2016 гг.	142
Занина П.Р., Алдушина Ю.К. Биологические параметры уклей (<i>Alburnus alburnus</i> L.) обводненных карьеров Калининградской области.....	148
Казаченко В.Н., Ковалева Н.Н. Паразитические ракообразные (Crustacea) рыб Вьетнама.....	152
Казаченко В.Н. Географическое распространение паразитических копепод (Crustacea: Copepoda) рыб.....	160
Калашиников Ю.Н. Состояние промысла атлантической скумбрии в Северо-Восточной Атлантике.....	170
Калинина Г.Г., Ковалева В.И. Фосфолипиды в гонадах корбикулы японской (<i>Corbicula japonica</i>) на разных стадиях развития.....	177
Кириллова А.А. Промысловое использование окуня в водоемах Калининградской области на примере озера Виштынецкого и Куршского залива.....	180
Косьяненко А.А., Федорец Ю.В., Косьяненко Д.В., Еловская О.А., Раков В.А., Васильева Л.Е. Динамика планктона в районе установки экспериментальных моделей искусственных рифов (бухта Алексева, залив Петра Великого Японского моря).....	185
Леденев О.А., Ложниченко О.В. Морфологическое строение селезенки промысловых рыб Черного моря.....	189
Литвиненко М.С. Установка для очистки воды в системах малого водоснабжения.....	192
Литвиненко М.С. Метод моделирования загрязнений в проточных водоёмах.....	195
Лончук Е.Н., Алдушина Ю.К. Роль плотвы (<i>Rutilus rutilus</i> L.) в ихтиоценозе Правдинского водохранилища Калининградской области.....	198
Лужняк О.Л. Фитопланктонное сообщество Нижнего Дона в 2016 году.....	203
Молочинская М.В., Смирнова Е.В. Зоопланктон 2015–2016 гг. бухты Северной Славянского залива Петра Великого Японского моря.....	204
Морозова М.А., Фролова Я.Н. Устойчивость к антимикотикам дрожжей рода <i>Candida</i> , циркулирующих в рыбохозяйственных предприятиях.....	208

<i>Мухортова А.М., Барышников А.В., Лыжов И.И., Мухин В.А.</i> Биохимические свойства камбал (<i>Pleuronectidae</i>) Баренцева моря: <i>Glyptocephalus cynoglossus</i> , <i>Pleuronectes platessa</i> и <i>Limanda limanda</i>	212
<i>Надточий В.А., Ревенко Е.В., Нуржденко С.А.</i> Состав, структура и современное состояние ресурсов брюхоногих моллюсков сем. <i>Vuccinidae</i> в Анадырском районе Берингова моря	219
<i>Наумов В.А.</i> Особенности весеннего половодья малой реки Злой	225
<i>Николаев А.М., Алексеев М.Ю.</i> Сезонная и суточная динамика дрефта беспозвоночных в лососевой реке Кола (Кольский полуостров).....	229
<i>Огнистая А.В., Маркина Ж.В.</i> Оптимальные условия культивирования микроводоросли <i>Tisochrysis lutea</i>	235
<i>Плотников В.В., Дубина В.А., Вакульская Н.М.</i> Ледовые вихри на восточном шельфе острова Сахалин	238
<i>Плотников В.В., Руденко О.Н.</i> Синтез различной информации при формировании архива ледовой информации и анализ ледовых условий Чукотского моря.....	241
<i>Понедельник И.В.</i> Международно-правовое регулирование охраны далеко мигрирующих рыб в Японском море	248
<i>Ромаденкова Н.Н.</i> Выращивание молоди кеты на рыбоводных заводах Камчатского края с холодноводным водоснабжением	251
<i>Рыбаков М.О.</i> Динамика запаса и промысла атлантическо-скандинавской сельди в Северо-Восточной Атлантике	253
<i>Сергеева С.Г.</i> Возрастные различия пластических признаков тарани <i>Rutilus rutilus</i> l. Азовского моря	259
<i>Соболева О.В.</i> Идентификация неизвестных параметров модели, описывающей процесс переноса загрязняющего вещества в гидросфере	264
<i>Федулов А.С., Мезенцева Л.И.</i> Климатические изменения атмосферной циркуляции на Дальнем Востоке.....	269
<i>Цема Н.И.</i> Оценка разнокачественности физиологического состояния производителей бычка-кругляка <i>Neogobius melanostomus</i> (Pallas. 1814) из Азовского моря в преднерестовый период.....	274
<i>Цупикова Н.А., Бугранова О.С., Моисеенко В.В.</i> Возможность организации рыбоводного хозяйства на базе пруда Янтарного (Калининградская область).....	280
<i>Щербаков А.П., Баланов А.А.</i> Переописание <i>Lycodes jenseni</i> Taranetz et Andriashev, 1935 с замечаниями о валидности <i>Lycodes fulvus</i> Toyoshima, 1985	286
<i>Щербакова Н.В.</i> Период встречаемости, плотность и распределение личинок тихоокеанской устрицы в заливе Петра Великого	291
<i>Якименко В.А., Ускова И.В.</i> Ферментативная активность микроорганизмов	296

Секция 3. СОСТОЯНИЕ И ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ РЫБОХОЗЯЙСТВЕННОГО ОБРАЗОВАНИЯ..... 299

<i>Арсентьева Е.В.</i> Практическая работа по формированию грамматических навыков и умений иностранных студентов технического вуза.....	299
<i>Батраева О.М.</i> Русский язык в океанариуме: профессионально ориентированное обучение языку специальности иностранных студентов технического вуза.....	302
<i>Каретникова Н.П.</i> Профессионально ориентированное обучение иностранных студентов технического вуза.....	308
<i>Недбайлов А.А.</i> Моделирование 3d-объектов с параметризацией.....	311
<i>Недбайлов А.А.</i> Современные ИТ-практики в учебном процессе	313
<i>Ющик Е.В.</i> Оценка трудности тестовых заданий для компьютерного контроля знаний по дисциплине «Информатика».....	314

Научное издание

**НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ
РЕГУЛИРОВАНИЯ РЫБОЛОВСТВА**

Материалы IV Международной научно-технической конференции

(Владивосток, 18–19 мая 2017 года)

Художественный редактор С.П. Конищев
Макет О.В. Нечипорук

ISBN 978-5-88871-700-4



Подписано в печать 27.07.2017. Формат 60×84/8.
Усл. печ. л. 37,20. Уч.-изд. л. 34,10. Заказ 0648. Тираж 37 экз.

Отпечатано: Издательско-полиграфический комплекс
Дальневосточного государственного технического
рыбохозяйственного университета
690091, г. Владивосток, ул. Светланская, 27