



**СОХРАНЕНИЕ  
БИОРАЗНООБРАЗИЯ КАМЧАТКИ  
И ПРИЛЕГАЮЩИХ МОРЕЙ**

**Материалы  
XXV Всероссийской  
научной конференции**

**Петропавловск-Камчатский,  
14–15 ноября 2024 г.**



**CONSERVATION OF  
BIODIVERSITY OF KAMCHATKA  
AND COASTAL WATERS**

**Abstracts of XXV AllRussian  
scientific conference**

**Petropavlovsk-Kamchatsky,  
November 14–15, 2024**



**СОХРАНЕНИЕ БИОРАЗНООБРАЗИЯ  
КАМЧАТКИ И ПРИЛЕГАЮЩИХ МОРЕЙ**

Камчатский филиал  
Тихоокеанского института географии ДВО РАН

Камчатское краевое отделение  
Русского географического общества

Камчатская краевая научная библиотека  
имени С.П. Крашенинникова

# **СОХРАНЕНИЕ БИОРАЗНООБРАЗИЯ КАМЧАТКИ И ПРИЛЕГАЮЩИХ МОРЕЙ**

**Материалы  
XXV Всероссийской научной конференции  
14–15 ноября 2024 г.**

**Conservation of biodiversity  
of Kamchatka and coastal waters**  
Materials of XXV All-Russian scientific conference  
Petropavlovsk-Kamchatsky, November 14–15, 2024

Петропавловск-Камчатский – Москва  
Издательство Центра охраны дикой природы  
2024

**Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей** : Материалы XXV Всероссийской научной конференции, посвящённой 130-летию со дня рождения выдающегося российского исследователя ихтиофауны Дальнего Востока, д.б.н. Г.У. Линдберга (Петропавловск-Камчатский, 14–15 ноября 2024 г.). — Петропавловск-Камчатский; М.: Изд-во Центра охраны дикой природы, 2024. — 352 с.

ISBN 978-5-93699-116-5

Сборник включает материалы состоявшейся 14–15 ноября 2024 г. в Петропавловске-Камчатском XXV Всероссийской научной конференции по проблемам сохранения биоразнообразия Камчатки и прилегающих к ней морских акваторий. Рассматривается история изучения и современное биоразнообразие отдельных групп флоры и фауны полуострова и прикамчатских вод. Обсуждаются теоретические и методологические аспекты сохранения биоразнообразия в условиях возрастающего антропогенного воздействия.

**ББК 28.088:28.68:28.58**

**Conservation of biodiversity of Kamchatka and coastal waters:** Materials of the XXV All-Russian scientific conference, dedicated to the 130th anniversary of the birth of the outstanding Russian researcher of the ichthyofauna of the Far East, Doctor of Biological Sciences G.U. Lindberg. — Petropavlovsk-Kamchatsky; Moscow: BCC Press, 2024. — 352 p.

The proceedings include the materials of the XXV scientific conference on the problems of biodiversity conservation in Kamchatka and adjacent seas held on 14–15 November, 2024 in Petropavlovsk-Kamchatsky. The history of study and the present-day biodiversity of specific groups of Kamchatka flora and fauna are analyzed. Theoretical and methodological aspects of biodiversity conservation under increasing anthropogenic impact are discussed.

Редакционная коллегия:

Д.Д. Данилин, к.б.н., С.К. Коростелев, д.б.н.,  
А.М. Токранов, д.б.н. (отв. редактор), О.А. Чернягина

*Издано по решению секции Учёного совета при Камчатском филиале  
Тихоокеанского института географии ДВО РАН  
«Биоразнообразие и устойчивое развитие»*



**Георгий Устинович Линдберг  
(1894–1976)**

# СОДЕРЖАНИЕ

Введение .....	14
----------------	----

## ИСТОРИЯ ИЗУЧЕНИЯ И СОВРЕМЕННОЕ БИОРАЗНООБРАЗИЕ КАМЧАТКИ

### **Бусарова О.Ю.**

Паразиты-индикаторы трофических групп озерно-речных гольцов-бенитофагов <i>Salvelinus malma</i> в озёрах Камчатки .....	18
--	----

### **Буторина Т.Е., Бусарова О.Ю., Паренский В.А.**

О паразитах анадромной трехиглой колюшки <i>Gasterosteus aculeatus</i> в нижнем течении реки Камчатка .....	22
--	----

### **Вяткина М.П., Голуб Н.В.**

Состояние ельников вулкана Шивелуч после извержения в апреле 2023 г. ....	27
---	----

### **Герасимов Ю.Н., Духова Э.Р.**

Мониторинг численности гнездящихся воробьеобразных птиц окрестностей села Эссо .....	32
---	----

### **Герасимов Ю.Н., Ковалёва В.М.**

Материалы по численности гнездящихся птиц еловых лесов Камчатки .....	36
---	----

### **Григорьев С.С., Седова Н.А.**

Некоторые черты биологии колюшек (девятииглой <i>Pungitius pungitius</i> и трехиглой <i>Gasterosteus aculeatus</i> ) (Gasterosteidae) из оз. Приливногo (Юго-Восточная Камчатка) .....	41
--	----

### **Духова Э.Р.**

Гнездящиеся птицы пойменного леса реки Паратунки (Юго-Восточная Камчатка) .....	48
--	----

### **Корнев С.И.**

Данные по морфологии зайца-беляка <i>Lepus timidus</i> L. на Камчатке (сезоны 2021–2024 гг.) .....	51
---	----

### **Лепская Е.В.**

Новые данные об альгофлоре озера Зелёное (Юго-Восточная Камчатка) .....	54
---	----

### **Лобков Е.Г.**

Есть ли на Камчатке рыбный филин <i>Ketupa blakistoni</i> ? .....	57
---	----

### **Мельник Н.О.**

Разнообразие гольцов ( <i>Salvelinus</i> , Salmonidae) в озёрах Медвежьем и Верхне-Авачинском: морфологические и трофологические аспекты .....	65
---	----

### **Нешатаева В.Ю., Скворцов К.И., Никчемный М.Е., Кириченко В.Е.**

Белоберёзовые леса и редколесья Олюторского района Корякского округа .....	72
--	----

**Снегур П. П.**

- Естественная ширина пчелиных ячеек в сотах медоносной пчелы  
*Apis mellifera* в условиях Камчатки ..... 79

**Транбенкова Н. А.**

- Результаты мониторинга гельминтозных инвазий камчатского соболя  
в охотугодьях Мильковского и Елизовского районов Камчатского края  
с 1952 по 2024 г. .... 83

## ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ СОХРАНЕНИЯ БИОРАЗНООБРАЗИЯ

**Герасимов Ю. Н.**

- О подготовке кадастра гнездящихся птиц Камчатки ..... 90

**Герлиц А. И., Бугаев А. В., Растягаева Н. А., Степанова А. С.**

- Оценка происхождения заводской молодежи горбуши и кеты  
в бассейне Охотского моря в осенний период 2022 г. .... 93

**Дьяков М. Ю.**

- Оценка экономического ущерба природному капиталу Камчатского края  
в части промысловых видов камбал в результате вредоносного цветения  
водорослей осенью 2020 г. .... 99

**Есин Е. В., Селезнев Д. Г., Махновский П. А., Бочарова Е. С., Маркевич Г. Н.**

- Дифференциальная экспрессия экзозы у симпатричных форм кроноцких  
гольцов с дивергентным морфогенезом ..... 104

**Зорина А. А.**

- Вклад Г. У. Линдберга в изучение коттоидных рыб; современное  
продолжение: морфологическая изменчивость охотского ицела  
*Icelus ochotensis* Schmidt, 1927 (Cottiformes: Cottidae) ..... 112

**Несговорова Н. П., Прусова Н. Г., Савельев В. Г., Сединкина Е. Е.**

- Механизмы динамики кислорода в водной среде и факторы,  
её определяющие ..... 118

**Санамян К. Э., Санамян Н. П.**

- Описание цвета в биологии ..... 127

## ПРОБЛЕМЫ СОХРАНЕНИЯ БИОРАЗНООБРАЗИЯ В УСЛОВИЯХ ВОЗРАСТАЮЩЕГО АНТРОПОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ

**Духова Э. Р.**

- О гнездовании птиц отряда воробьеобразных в сооружениях человека  
на Камчатке ..... 136

**Зиневич Л. С., Ильин М. И., Редькин Я. А., Лобков Е. Г., Сорокин А. Г.**

- Исследование динамики генетического разнообразия  
чукотско-камчатской популяции кречета *Falco rusticolus*  
в условиях антропогенного прессинга ..... 139

**Ильюшенко Н. А., Климова А. В.**

Некоторые закономерности вертикального распределения металлов  
в компонентах склоновых ландшафтов г. Петропавловска-Камчатского ..... 147

**Клочкова Н. Г., Кусиди А. Э.**

Опустынивание дна в Авачинской губе как последнее звено цепи событий,  
последовавших за массовой гибелью донной биоты осенью 2020 г. .... 153

**Клочкова Н. Г., Мангазиев А. В.**

Загрязнение активного ила очистных сооружений г. Петропавловска-  
Камчатского и вод Авачинской губы отходами молочного производства  
АО «Молокозавод Петропавловский» ..... 160

**Коростелев С. Г., Улатов А. В.**

Данные исследований 2023 г. по воздействию Озерновского горно-  
металлургического комбината (ОГМК) на состояние ихтиофауны  
рек Озёрная Восточная и Ука (Северо-Восточная Камчатка) ..... 168

**Лобков Е. Г.**

Орнитологический комплекс полигона твёрдых бытовых отходов  
у посёлка Вулканный (Елизовский район, Камчатка) ..... 176

**Устименко Е. А., Бочкова Е. В., Сергеев Н. В.**

Возбудитель бактериальной почечной болезни у лососей Камчатки ..... 184

**Чернягина О. А.**

Дополнение к списку чужеродной флоры г. Петропавловска-Камчатского ..... 189

## ОСОБЕННОСТИ СОХРАНЕНИЯ БИОРАЗНООБРАЗИЯ МОРСКИХ ПРИБРЕЖНЫХ ЭКОСИСТЕМ КАМЧАТКИ

**Архипова Е. А.**

Распределение *Echinarachnius parma* (Lamarck, 1816) и *Strongylocentrotus*  
*pallidus* (Sars G.O., 1872) по глубинам и группам грунта на участке  
западнокамчатского шельфа в 2013–2016 гг. .... 194

**Бурдин А. М.**

Встречи морских млекопитающих в дальневосточных морях России  
в летний период 2002–2004 гг. .... 200

**Варкентин А. И., Тепнин О. Б., Саушкина Д. Я., Зимин А. В., Свергун Е. И.**

Урожайность поколений восточнокамчатского минтая и некоторые  
причины, её обуславливающие ..... 206

**Вецлер Н. М., Шабуров А. Ю., Богданова К. В., Бонк Т. В., Тепнин О. Б.**

Структура и межгодовая изменчивость зоопланктонного сообщества  
Авачинской губы (Восточная Камчатка) ..... 213

**Григорьев С. С., Седова Н. А.**

Поимка серебряного карася *Carassius gibelio* (Cyprinidae)  
в Авачинской губе ..... 218

**Данилин Д.Д., Бугай А.В.**

- Условия обитания двустворчатых моллюсков окрестностей  
жёлоба Лебеда (по материалам бентосной съёмки,  
выполненной на НИС «Профессор Мультиановский») ..... 223

**Корнев С.И.**

- Популяции калана *Enhydra lutris* L. в российской части ареала:  
предварительный анализ причин сокращения численности ..... 227

**Ланивая С.С., Овчеренко Р.Т.**

- Размерно-возрастной состав желтопёрой камбалы *Limanda aspera*  
(Pleuronectidae) на западнокамчатском шельфе ..... 233

**Рогатых С.В., Пархутова И.И., Клочкова Н.Г.**

- Общая характеристика эпимикробиоценозов бурых водорослей  
*Hedophyllum bongardianum* и *Fucus distichus* и микробиота среды  
их обитания в Авачинской губе (Юго-Восточная Камчатка) ..... 237

**Степанов В.Г.**

- Сходство фаун морских лилий (Echinodermata: Crinoidea) морей России ..... 244

**Токранов А.М., Бугай А.В., Данилин Д.Д., Паскочина А.А.**

- Питание камбал в водах Южной Камчатки в зимне-весенний период 2024 г. ... 248

**Шейбак А.Ю., Смирнов А.А.**

- Распределение, запас и промысел североохотоморского минтая  
в водах Западной Камчатки в 2021–2023 гг. .... 255

## НАУЧНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ И МОНИТОРИНГ НА ОСОБО ОХРАНЯЕМЫХ ПРИРОДНЫХ ТЕРРИТОРИЯХ

**Артюхин Ю.Б.**

- Остров Крашенинникова (Авачинский залив, Юго-Восточная  
Камчатка) — морская ключевая орнитологическая территория  
международного значения ..... 262

**Базаркина Л.А.**

- Состояние планктонного сообщества пелагиали озера Азабачьего  
(Восточная Камчатка) в 2020–2023 гг. .... 270

**Власов Т.В., Миронова А.М.**

- Необычный случай встречи котика-альбиноса на Северном лежбище  
о. Беринга в 2024 г. .... 276

**Волкова Е.В., Бурдин А.М., Балакирев Д.А.**

- Опыт применения БПЛА при проведении учётов численности калана  
*Enhydra lutris* L., 1758 в Кроноцком заливе (Восточная Камчатка) ..... 279

**Казаков Н.В.**

- Химические свойства почв окрестностей термальных площадок «Котёл»  
и «Грифон Иванова» (природный парк «Налычевский», Восточная Камчатка) ... 285



**Кораблёв А.П., Сандалова Е.В., Арапов К.А.**

Как совместное произрастание влияет на флуоресценцию хлорофилла  
в листьях пионерных видов на вулканических субстратах? ..... 292

**Корнев С.И.**

Современное состояние группировки каланов *Enhydra lutris* L.  
у восточного побережья Камчатки (о. Крашенинникова —  
бух. Бечевинская) ..... 295

**Корнев С.И., Данилин Д.Д.**

Предварительные данные по составу и видовому разнообразию  
компонентов питания калана *Enhydra lutris* L. на двух лежбищах  
о. Беринга (Командорские острова) в зимний период 2022 г. .... 300

**Пильганчук О.А., Крыженовская В.В., Денисенко А.Д., Савенков В.В.,  
Муравская У.О., Травин С.А.**

Генетическая дифференциация производителей нерки *Oncorhynchus nerka*  
оз. Курильского (Южная Камчатка) ..... 306

**Хрусталёва А.М., Ревель-Муроз А.Ж.**

Генетическая структура популяции нерки озера Курильского  
(Юго-Западная Камчатка) ..... 312

### ПРОБЛЕМЫ СОХРАНЕНИЯ БИОРАЗНООБРАЗИЯ НА СОПРЕДЕЛЬНЫХ С КАМЧАТКОЙ ТЕРРИТОРИЯХ И АКВАТОРИЯХ

**Бурлак Ф.А., Смирнов А.А.**

Некоторые особенности биологии и миграций желтопёрой камбалы  
*Limanda aspera* Тауйской губы Охотского моря в летний период ..... 320

**Кондакова Д.А., Хорева М.Г.**

О находке *Erythranthe × hybrida* (Siebert & Voss) Silverside (Phrymaceae)  
в городе Магадане ..... 325

**Орлов А.М.**

Главные итоги исследований ихтиофауны морей Сибирской Арктики  
в трансарктической экспедиции НИС «Профессор Леванидов» в 2019 г.  
(к пятилетию проведения) ..... 329

**Русяев С.М., Бурлак Ф.А.**

Новые данные о распределении и питании фиолетового ската  
в северной части Охотского моря ..... 339

Алфавитный указатель авторов ..... 344

Список организаций — участников конференции и их адреса ..... 346

# CONTENTS

Introduction .....	15
--------------------	----

## HISTORY OF SCIENTIFIC STUDIES ON BIODIVERSITY OF KAMCHATKA AND ITS CURRENT STATE

### **Busarova O.Yu.**

Parasites-indicators of trophic groups in lake-river benthivorous chars <i>Salvelinus malma</i> in Kamchatka lakes .....	18
---	----

### **Boutorina T.E., Busarova O.Yu., Parensky V.A.**

About parasites of the anadromous three spined stickleback <i>Gasterosteus aculeatus</i> of the lower Kamchatka River .....	22
--	----

### **Vyatkina M.P., Golub N.V.**

The state of the spruce forests of the Shiveluch Volcano after the eruption in April 2023 .....	27
--	----

### **Gerasimov Yu.N., Dukhova E.R.**

Monitoring of number of nesting passerines birds of vicinity of Esso Village .....	32
--	----

### **Gerasimov Yu.N., Kovaleva V.M.**

Materials on number of breeding birds in spruce forests of Kamchatka .....	36
--	----

### **Grigorev S.S., Sedova N.A.**

Some features of the biology of Sticklebacks (ninespine stickleback <i>Pungitius pungitius</i> and threespine stickleback <i>Gasterosteus aculeatus</i> ) (Gasterosteidae) from Lake Prilivnoe (South-Eastern Kamchatka) .....	41
---	----

### **Dukhova E.R.**

Breeding birds of flood-lend forest of Paratunka River (South-Eastern Kamchatka) .....	48
---	----

### **Kornev S.I.**

Data on the morphology of the white hare <i>Lepus timidus</i> L. in Kamchatka (2021–2024 seasons) .....	51
--	----

### **Lepskaya E.V.**

New data of algae of Zelenoye Lake (South-Eastern Kamchatka) .....	54
--	----

### **Lobkov E.G.**

Is there a Blakston's fish owl <i>Ketupa blakistoni</i> in Kamchatka? .....	57
---	----

### **Melnik N.O.**

Variation of charrs ( <i>Salvelinus</i> , Salmonidae) in Lake Medvezhye and Lake Verkhne-Avachinskoe: morphological and trophic aspects .....	65
--	----

### **Neshataeva V.Yu., Skvortsov K.I., Nikchemnyi M.E., Kirichenko V.E.**

White-birch forests and open-forests in Olyutorsky District of Koryak Region ....	72
---	----

**Snegur P.P.**

Natural width of comb cells of honey bee *Apis mellifera* in Kamchatka ..... 79

**Tranbenkova N.A.**

The results of monitoring of helminthic infestations of Kamchatka sable in hunting grounds of the Milkovsky and Yelizovsky Districts of the Kamchatka territory from 1952 to 2024 ..... 83

## THEORETICAL AND METHODOLOGICAL PROBLEMS OF BIODIVERSITY CONSERVATION

**Gerasimov Yu.N.**

Preparation of the inventory of the breeding birds of Kamchatka ..... 90

**Gerlits A.I., Bugaev A.V., Rastyagaeva N.A., Stepanova A.S.**

Assessment of the origin of juvenile pink salmon and chum salmon in the Okhotsk Sea basin in the autumn period of 2022 ..... 93

**Dyakov M.Yu.**

Assessment of economic damage to the natural capital of the Kamchatka territory in terms of commercial flounder species as a result of harmful algal blooms in autumn 2020 ..... 99

**Esin E.V., Seleznev D.G., Makhnovsky P.A., Bocharova E.S., Markevich G.N.**

Differential expression of the exome in sympatric morphs of Lake Kronotskoe charr with divergent morphogenesis ..... 104

**Zorina A.A.**

G. U. Lindberg's contribution to the study of Cottoid fishes; modern continuation: morphological variability of Okhotsk sculpin *Icelus ochotensis* Schmidt, 1927 (Cottiformes: Cottidae) ..... 112

**Nesgovorova N.P., Prusova N.G., Savelyev V.G., Sedinkina E.E.**

Mechanisms of oxygen dynamics in the aquatic environment and factors determining it ..... 118

**Sanamyan K.E., Sanamyan N.P.**

Description of color in biology ..... 127

## PROBLEMS OF BIODIVERSITY CONSERVATION UNDER THE GROWING ANTHROPOGENIC IMPACT

**Dukhova E.R.**

On the nesting Passerines birds in the human constructions in Kamchatka ..... 136

**Zinevich L.S., Iljin M.I., Red'kin Ya.A., Lobkov E.G., Sorokin A.G.**

Investigation of the dynamics of genetic diversity of the Chukotka-Kamchatka gyrfalcon population *Falco rusticolus* under anthropogenic pressure ..... 139

<b>Ilyushenko N.A., Klimova A.V.</b>	
Some regularities of the vertical distribution of metals in the components of slope landscape of Petropavlovsk-Kamchatsky .....	147
<b>Klochkova N.G., Kusidi A.E.</b>	
Desertification of the bottom in Avacha Bay as the last link of the chain of events following the massive death of bottom biota in the autumn of 2020 .....	153
<b>Klochkova N.G., Mangaziev A.V.</b>	
Contamination of active sludge in Petropavlovsk-Kamchatsky treatment facilities and the water of Avacha Bay with dairy production waste of JSC “Petropavlovsky Dairy Factory” .....	160
<b>Korostelev S.G., Ulatov A.V.</b>	
Research data of 2023 on the impact of the Ozernovskiy Mining and Metallurgical Plant (OMMP) on the state of ichthyofauna of the Ozernaya Vostochnaya and Uka Rivers (North-Eastern Kamchatka) .....	168
<b>Lobkov E.G.</b>	
Ornithological complex of the solid waste landfill near the Vulkanny Village (Yelizovskiy District, Kamchatka) .....	176
<b>Ustimenko E.A., Bochkova E.V., Sergeenko N.V.</b>	
The causative agent of bacterial kidney disease in Kamchatka salmon .....	184
<b>Chernyagina O.A.</b>	
Addendum to the list of alien flora of Petropavlovsk-Kamchatsky City .....	189

#### PECULIARITIES OF BIODIVERSITY CONSERVATION IN KAMCHATKA MARINE COASTAL ECOSYSTEMS

<b>Arhipova E.A.</b>	
Distribution of <i>Echinarachnius parma</i> (Lamarck, 1816) and <i>Strongylocentrotus pallidus</i> (Sars G.O., 1872) by depth and groups of soil in the Western Kamchatka shelf area in 2013–2016 .....	194
<b>Burdin A.M.</b>	
Encounters of marine mammals in the Russia Far Eastern seas in summer period of 2002–2004 .....	200
<b>Varkentin A.I., Tepnin O.B., Saushkina D.Y., Zimin A.V., Svergun E.I.</b>	
Yield of East Kamchatka pollock generations and some of the reasons for it .....	206
<b>Vetsler N.M., Shaburov A.Yu., Bogdanova K.V., Bonk T.V., Tepnin O.B.</b>	
Structure and interannual variability of the zooplankton community of Avacha Bay (Eastern Kamchatka) .....	213
<b>Grigorev S.S., Sedova N.A.</b>	
The capture of Prussian carp <i>Carassius gibelio</i> (Bloch, 1782) in Avacha Bay ....	218

**Danilin D.D., Bugay A.V.**

- Living conditions of bivalvia mollusks in the vicinity of the Swan trench  
(based on the materials of benthic survey carried out on the research vessel  
“Professor Multanovsky”) ..... 223

**Kornev S.I.**

- Populations of the sea otter *Enhydra lutris* L. in the Russian part of the range:  
a preliminary analysis of reasons of the population decline ..... 227

**Lanivaya S.S., Ovcherenko R.T.**

- Size-age composition of yellowfin flounder *Limanda aspera* (Pleuronectidae)  
on the West Kamchatka shelf ..... 233

**Rogatykh S.V., Parkhutova I.I., Klochkova N.G.**

- Characteristics of microbiocenoses *Hedophyllum bongardianum* and *Fucus distichus* and the microbiota of their habitat in Avacha Bay (South-Eastern Kamchatka) ..... 237

**Stepanov V.G.**

- Similarity of the fauna of sea lily (Echinodermata: Crinoidea)  
of the Russian seas ..... 244

**Tokranov A.M., Bugay A.V., Danilin D.D., Paskochina A.A.**

- Feeding of the flounders in the waters of Southern Kamchatka  
in winter-spring period of 2024 ..... 248

**Sheibak A.Yu., Smirnov A.A.**

- Distribution, stock and fishery of the North Okhotsk Sea pollock in the waters  
of Western Kamchatka in 2021–2023 ..... 255

## SCIENTIFIC INVESTIGATIONS AND MONITORING ON SPECIALLY PROTECTED NATURE AREAS

**Artukhin Yu.B.**

- Krashennnikov Island (Avachinsky Gulf, South-Eastern Kamchatka) —  
marine Important Bird Area of international importance ..... 262

**Bazarkina L.A.**

- State of the plankton community of the pelagial Azabachye Lake  
(Eastern Kamchatka) in 2020–2023 ..... 270

**Vlasov T.V., Mironova A.M.**

- An unusual case of encountering of an albino fur seal in the Northern  
Rookery on Bering Island in 2024 ..... 276

**Volkova E.V., Burdin A.M., Balakirev D.A.**

- Using UAVs for sea otter *Enhydra lutris* L., 1758 surveys in Kronotsky Gulf  
(Eastern Kamchatka) ..... 279

**Kazakov N.V.**

- Chemical properties of soils in the vicinity of thermal sites “Kotel” and  
“Griffin Ivanova” (Nalychevsky Nature Park, Eastern Kamchatka) ..... 285

**Korablev A. P., Sandalova E. V., Arapov K. A.**

How does co-growing affect chlorophyll fluorescence in leaves of pioneer species on volcanic substrates? ..... 292

**Kornev S. I.**

The current state of the sea otter *Enhydra lutris* L. group by the eastern coast of Kamchatka (Krasheninnikov Island — Bechevinskaya Bay) ..... 295

**Kornev S. I., Danilin D. D.**

Preliminary data on the composition and species diversity of sea otter *Enhydra lutris* L. feeding components on two rookeries of Bering Island (Commander Islands) in winter 2022 ..... 300

**Pilganchuk O. A., Kryzhenovskaya V. V., Denisenko A. D., Savenkov V. V., Muravskaya U. O., Travin S. A.**

Genetic differentiation of sockeye salmon *Oncorhynchus nerka* spawners in Kurilskoye Lake (Southern Kamchatka) ..... 306

**Khrustaleva A. M., Revel-Muroz A. Zh.**

Genetic population structure of sockeye salmon in Kurilskoye Lake (South-Western Kamchatka) ..... 312

### PROBLEMS OF BIODIVERSITY CONSERVATION IN LAND AND WATER AREAS ADJACENT TO KAMCHATKA

**Burlak Ph. A., Smirnov A. A.**

Some features of biology and migrations of yellowfin flounder *Limanda aspera* in the Tauy Bay of the Okhotsk Sea in summer season ..... 320

**Kondakova D. A., Khoreva M. G.**

About the record of *Erythranthe* × *hybrida* (Siebert & Voss) Silverside (Phrymaceae) in Magadan ..... 325

**Orlov A. M.**

Main results of research of the Siberian Arctic seas ichthyofaunal in transarctic expedition onboard RV “Professor Levanidov” (to the fifth anniversary of the event) ..... 329

**Rusyaev S. M., Burlak Ph. A.**

New data on the distribution and nutrition of the Okhotsk skate in the northern part of the Okhotsk Sea ..... 339

List of authors in alphabetic order ..... 345

List of organization — participants of the Conference and their addresses ..... 349

## ВВЕДЕНИЕ

Конференции, посвящённые проблемам сохранения биологического разнообразия Камчатки и прилегающих морей, проводятся в Петропавловске-Камчатском с 2000 г. по инициативе Камчатского института экологии и природопользования (в настоящее время — Камчатский филиал Тихоокеанского института географии) ДВО РАН и Камчатской лиги независимых экспертов. С тех пор КФ ТИГ ДВО РАН организует их ежегодно, в сотрудничестве с различными природоохранными и научными организациями Камчатского края и России. Они вызывают большой интерес у специалистов, занимающихся изучением и охраной флоры и фауны Камчатки. Во время конференций их участники знакомятся с результатами исследований представителей животного и растительного мира полуострова и окружающих его морских акваторий, обсуждают целый ряд различных проблем: состояние изученности отдельных групп флоры и фауны, современную численность различных видов растений и животных, формирование системы особо охраняемых природных территорий, степень антропогенного и техногенного воздействия на наземные и водные экосистемы полуострова и многие другие. Учитывая необычайную важность и актуальность темы конференции, а также заинтересованность в участии иностранных специалистов, с 2006 г. она преимущественно имела статус международной.

В ноябре 2024 г. в Петропавловске-Камчатском состоялась очередная XXV Всероссийская научная конференция «Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих к ней морей». Традиционно на ней функционировало шесть секций, включающих историю изучения и современное биоразнообразие Камчатки; теоретические и методологические аспекты сохранения биоразнообразия; проблемы сохранения биоразнообразия в условиях возрастающего антропогенного воздействия; особенности сохранения биоразнообразия морских прибрежных экосистем Камчатки; научные исследования и мониторинг на особо охраняемых природных территориях; проблемы сохранения биоразнообразия на сопредельных с Камчаткой территориях и акваториях.

Оргкомитет надеется, что опубликованные в данном сборнике материалы позволят получить более полное представление о современном биоразнообразии Камчатки и прилегающих к ней морских акваторий и будут полезны при разработке мероприятий, направленных на его сохранение. Выражаем глубокую благодарность всем принявшим активное участие в подготовке и проведении конференции

*Оргкомитет конференции*

## INTRODUCTION

Conferences dedicated to the problems of biodiversity conservation of Kamchatka and adjacent seas have been held in Petropavlovsk-Kamchatsky at the initiative of Kamchatka Institute of Ecology and Nature Management (presently Kamchatka Branch of Pacific Geographical Institute) FEB RAS and Kamchatka League of Independent Experts since 2000. Since that time such conferences have been held annually by KB PGI FEB RAS in cooperation with several nature protection and scientific organizations of Kamchatskii Krai and Russian Federation. These conferences arouse great interest among specialists dealing with the study and protection of Kamchatka flora and fauna as the participants can take a closer look at the results of animal and plant specimens' investigations of the peninsula and the adjacent marine areas. Moreover, they can discuss various problems, such as the state of knowledge on specific flora and fauna groups, current abundance of different animal and plant species, re-organization of the existing nature protected areas, the level of anthropogenic impacts on terrestrial and water ecosystems of the peninsula and many others. Taking into account the exceptional importance and the significance of these topics as well as the willingness of foreign specialists to take part in them, since 2006 it has primarily had the status of an international conference.

In November 2024, the regular XXV All-Russian scientific conference "Conservation of biodiversity of Kamchatka and adjacent seas" took place in Petropavlovsk-Kamchatsky. Similar to the previous conferences, there worked six traditionally discussed sections, including the history of studies and the current state of biodiversity in Kamchatka; theoretical and methodological aspects of biodiversity conservation; problems of biodiversity conservation in Kamchatka under the growing anthropogenic impact; peculiarities of biodiversity conservation in marine coastal ecosystems of Kamchatka; scientific investigations and monitoring on the system of nature protected areas; problems of biodiversity conservation in land and water areas neighboring to Kamchatka.

The organizing Committee hopes that the published proceedings will provide more comprehensive conception of the present-day biodiversity in Kamchatka and the adjacent sea water areas and will help to work out measures directed at its conservation. We express sincere gratitude to everybody who took an active part in the organization and carrying out of this conference.

*Conference Organizing Committee*





**ИСТОРИЯ ИЗУЧЕНИЯ  
И СОВРЕМЕННОЕ БИОРАЗНООБРАЗИЕ  
КАМЧАТКИ**

## ПАЗАРИТЫ-ИДИКАТОРЫ ТРОФИЧЕСКИХ ГРУПП ОЗЕРНО-РЕЧНЫХ ГОЛЬЦОВ-БЕНТОФАГОВ *SALVELINUS MALMA* В ОЗЁРАХ КАМЧАТКИ

**О.Ю. Бусарова**

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет  
(Дальрыбвтуз), Владивосток

*Parasites-indicators of trophic groups in lake-river benthivorous chars  
Salvelinus malma in Kamchatka lakes*

**O. Yu. Busarova**

Far Eastern State Technical Fisheries University (Dalrybvтуz), Vladivostok

В озёрах Азабачьем, Дальнем и Кроноцком на Камчатке озерно-речные гольцы-бентофаги в рамках единой популяции дифференцируются на две устойчивые трофические группы: часть рыб (группа А) питается малоподвижным бентосом — моллюсками и личинками амфибиотических насекомых, другая часть рыб (группа G) питается придонными подвижными амфиподами [Бусарова и др., 2015, 2017 а, б; Markevich et al., 2021; Бусарова, 2022]. Тип питания у двух групп гольцов устанавливается при длине от 150 мм, сохраняется на протяжении жизни рыб и определяет их биологические и биохимические особенности [Бусарова и др., 2017 а, б; Markevich et al., 2021]. Выявление длительной пищевой специализации у гольцов-бентофагов стало возможным благодаря использованию паразитологического метода [Бусарова и др., 2015]. Состав паразитов рыб отражает их питание от нескольких месяцев до нескольких лет, в отличие от состава пищевых объектов в желудках, которое может изменяться у рыб как в течение суток, так и в разные сезоны года. Цель работы — сравнение состава паразитов-индикаторов трофических групп (А и G) озерно-речных гольцов-бентофагов в различных озёрах Камчатки.

Гольцы групп А и G хорошо различаются между собой интенсивностью инвазии паразитами-индикаторами. Группа G во всех трёх озёрах питается амфиподами, её паразиты-индикаторы — *Cystidicola farionis*, *Cyathocephalus truncatus* и *Crepidostomum metoecus*, промежуточными хозяевами которых являются амфиподы. Срок жизни в рыбе *Cy. farionis* — составляет не менее 2 лет, *C. metoecus* — около года, *C. truncatus* — два месяца.

Питание гольцов группы А различается в трёх озёрах, так как рыбы потребляют те группы малоподвижного бентоса, которые преобладают

в водоёме. Паразитами-индикаторами бентофагов группы А являются виды, передающиеся рыбам через моллюсков — *Phyllodistomum umblae*, *Diplostomum* spp., *Ichthyocotylurus erraticus* и личинок насекомых — *Crepidostomum farionis*. Продолжительность жизни в рыбе *P. umblae* составляет менее года, *Diplostomum* spp. и *I. erraticus* — несколько лет, *Cr. farionis* — около года.

Разделение озерно-речных гольцов-бентофагов по типу питания имеет общую закономерность для всех трёх озёр. Однако в паразитофауне рыб групп А и Г в разных озёрах наблюдаются некоторые различия (табл. 1).

В оз. Кроноцком группа Г питается *Gammarus lacustris* и характеризуется очень высокой интенсивностью инвазии *Sy. farionis*, *C. truncatus* и *C. metoecus*. Группа А питается личинками и куколками хирономид и моллюсками *Pisidium* sp., *Anisus* sp. и *Lymnaea* sp., её паразитом-индикатором является *P. umblae*. Группе А характерна более высокая инвазия *Diplostomum* spp. и *I. erraticus*, заражающих рыб при контакте с моллюсками, и большая численность паразитов, связанных в жизненном цикле с планктоном — *Eubothrium salvelini*, *Proteocephalus longicollis* и *Neoechinorhynchus salmonis*.

В оз. Дальнем группа Г также питается *G. lacustris*, её паразитами-индикаторами являются *C. truncatus* и *C. metoecus*. Группа А питается моллюсками *Valvata (Cincinna)* sp. и *Lymnaea* sp., её паразиты-индикаторы — *Cr. farionis* и *I. erraticus*.

Гольцы в оз. Дальнем, в отличие от озёр Кроноцкого и Азабачьего, не заражены *Sy. farionis* и *P. umblae*, что связано с отсутствием этих видов в фауне оз. Дальнего [Коновалов, 1971].

В оз. Азабачьем группа Г питается мизидами и *Monoporeia affinis*, её паразиты-индикаторы — *Sy. farionis* и *C. metoecus*. Группа А питается моллюсками *Lymnaea* sp. и *Valvata (Cincinna)* sp. и личинками ручейников, её индикатором является более высокая интенсивность инвазии *Diplostomum* spp. В оз. Азабачье у группы Г отмечается очень низкая инвазия *C. truncatus* (ЭИ = 13,3%, ИО = 0,1 экз.), а у группы А — слабая инвазия *P. umblae* (6,7; 4,3) по сравнению с аналогичными рыбами из озёр Кроноцкого и Дальнего. Низкая заражённость бентофагов *C. truncatus* и *P. umblae* связана со снижением численности этих видов в оз. Азабачьем. В 70–80-х гг. XX века эти паразиты были обычными для фауны оз. Азабачьего и заражали рыб с высокой интенсивностью [Коновалов, 1970; Буторина, 1980]. В период наших исследований 2017 и 2021 гг. находки у рыб *C. truncatus* и *P. umblae* оказались единичными. Причины снижения численности этих видов не установлены.

Таким образом, сравнение состава паразитов-индикаторов трофических групп гольцов-бентофагов, независимо сформировавшихся в озёрах Кроноцком, Дальнем и Азабачьем показало, что группы А и Г хорошо

Таблица 1. Паразиты-индикаторы трофических групп (А и G) озерно-речных гольцов-бенгофагов в озерах Камчатки

Промежуточные хозяева	Вид паразита	оз. Кроноцкое <sup>1</sup>			оз. Дальнее <sup>2</sup>			оз. Азабачье <sup>3</sup>		
		A	G	P	A	G	P	A	G	P
Амфиподы	<i>Cystidicola farionis</i>	$\frac{10,0}{0,2}$	$\frac{100}{169,0}$	≤0,01	–	–		$\frac{23,3}{0,4}$	$\frac{100}{94,3}$	≤0,01
	<i>Cyathocephalus truncatus</i>	$\frac{17,0}{0,4}$	$\frac{100}{179,9}$	≤0,01	$\frac{4,4}{0,04}$	$\frac{100}{37,8}$	≤0,01	0,0	$\frac{13,3}{0,1}$	≤0,05
	<i>Crepidostomum metoecus</i>	$\frac{80,0^*}{12,5}$	$\frac{100}{3461,3}$	≤0,01	0,0	$\frac{100}{268,2}$	≤0,01	0,0	$\frac{100}{98,6}$	≤0,01
	<i>Phyllodistomum umbrae</i>	$\frac{90,0}{27,3}$	$\frac{31,0}{1,9}$	≤0,01	–	–		$\frac{6,7}{4,3}$	0,0	
Моллюски	<i>Diplostomum</i> spp.	$\frac{99,0}{62,9}$	$\frac{99,0}{43,7}$	≤0,05	$\frac{100}{6,4}$	$\frac{87,5}{5,6}$	>0,05	$\frac{100}{18,8}$	$\frac{33,3}{2,4}$	≤0,01
	<i>Ichthyocotylurus erraticus</i>	$\frac{12,0}{0,3}$	$\frac{27,0}{0,5}$	≤0,05	$\frac{100}{30,4}$	$\frac{93,8}{18,9}$	>0,05	$\frac{10,0}{0,3}$	0,0	>0,05
Личинки насекомых	<i>Crepidostomum farionis</i>	*			$\frac{95,6}{54,2}$	$\frac{68,8}{3,2}$	≤0,01	$\frac{26,7}{0,6}$	$\frac{100}{51,9}$	≤0,01
Планктон	<i>Eubothrium salvelini</i>	$\frac{81,0}{2,5}$	$\frac{11,0}{0,4}$	≤0,01	0,0	0,0		$\frac{10,0}{0,2}$	$\frac{13,3}{0,1}$	>0,05
	<i>Proteocephalus longicollis</i>	$\frac{63,0}{3,5}$	$\frac{2,0}{0,02}$	≤0,01	$\frac{21,7}{0,8}$	$\frac{25,0}{1,8}$	>0,05	$\frac{10,0}{0,3}$	0,0	>0,05
	<i>Neoechinorhynchus salmonis</i>	$\frac{45,0}{1,2}$	$\frac{7,0}{0,4}$	≤0,01	0,0	0,0		0,0	0,0	

Примечание. А – рыбы, питающиеся малоподвижным бенгосом, G – рыбы, питающиеся амфиподами.

(<sup>1</sup>) – Бусарова и др., 2017 г. (<sup>2</sup>) – Бусарова и др., 2017 г. (<sup>3</sup>) – Бусарова, 2022. Над чертой приводится экстенсивность инвазии (ЭИ, %) и доверительный интервал встречаемости (d), под чертой – индекс обилия (ИО, экз.). p – уровень значимости различий. (–) – вид

отсутствует в фауне водоема. (\*) – для гольцов оз. Кроноцкого *Crepidostomum metoecus* и *C. farionis* до вида не определяли и считали вместе как *Crepidostomum* spp.

дифференцируются по числу особей паразитов, передающихся рыбам амфиподами либо моллюсками. При этом аналогичные группы бентофагов из разных водоёмов по составу паразитов более схожи между собой, нежели разные группы, обитающие в одном водоёме. Выявленные различия в составе паразитов-индикаторов трофических групп озерно-речных гольцов-бентофагов определяются особенностями гидрофауны водоёма.

## Литература

Бусарова О.Ю., Маркевич Г.Н., Кнудсен Р. 2015. Дифференциация носатого гольца (*Salvelinus schmidti*) озера Кроноцкое (Камчатка) по паразитологическим данным // Исслед. вод. биол. ресурсов Камчатки и сев.-зап. части Тихого океана. — Вып. 39. — С. 85–93.

Бусарова О.Ю., Есин Е.В., Буторина Т.Е., Есинов А.В., Маркевич Г.Н. 2017а. Экологическая дифференциация жилой мальмы *Salvelinus malma* (Salmonidae) озера Дальнее, Камчатка // Вопр. ихтиол. — Т. 57. — № 4. — С. 424–434. DOI: 10.7868/S0042875217040026

Бусарова О.Ю., Маркевич Г.Н., Кнудсен Р, Есин Е.В. 2017б. Трофическая дифференциация носатого гольца *Salvelinus schmidti* Viktorovsky, 1978 озера Кроноцкое (Камчатка) // Биол. моря. — Т. 43. — № 1. — С. 47–53.

Бусарова О.Ю. 2022. Трофическая специализация симпатрических форм мальмы *Salvelinus malma* (Salmonidae) озера Азабачье, Камчатка // Вопр. ихтиол. — Т. 62. — № 4. — С. 621–633. DOI: 10.31857/S004287522204005

Буторина Т.Е., Пугачёв О.Н., Хохлов П.П. 1980. Некоторые вопросы экологии и зоогеографии гольцов рода *Salvelinus* тихоокеанского бассейна // Популяционная биология и систематика лососёвых. — Владивосток: ДВНЦ АН СССР. — С. 82–95.

Коновалов С.М. 1971. Дифференциация локальных стад нерки *Oncorhynchus nerka* (Walbaum). — Л.: Наука. — 229 с.

Markevich G.N., Esin E.V., Medvedev D.A., Busarova O. Yu., Tiunov A.V. 2021. Trophic-based diversification in benthivorous charrs (*Salvelinus*) dwelling littoral zones of Northern lakes // Hydrobiologia. — Vol. 848. — P. 4115–4133.

## О ПАРАЗИТАХ АНАДРОМНОЙ ТРЕХИГЛОЙ КОЛЮШКИ *GASTEROSTEUS ACULEATUS* В НИЖНЕМ ТЕЧЕНИИ РЕКИ КАМЧАТКА

**Т.Е. Буторина\***, **О.Ю. Бусарова\***, **В.А. Паренский\*\***

\*Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет  
(Дальрыбвтуз), Владивосток

\*\*Национальный научный центр морской биологии им. А.В. Жирмунского (ННЦМБ)  
ДВО РАН, Владивосток

*About parasites of the anadromous three spined stickleback *Gasterosteus aculeatus*  
of the lower Kamchatka River*

**T. E. Boutorina\***, **O. Yu. Busarova\***, **V. A. Parensky\*\***

\*The Far Eastern State Technical Fisheries University (Dalrybvtuz), Vladivostok

\*\*A. V. Zhirmunsky National Scientific Center of Marine Biology (NSCMB) FEB RAS, Vladivostok

Трехиглая колюшка *Gasterosteus aculeatus* Linnaeus в бассейне р. Камчатки образует две репродуктивно изолированные морфы: жилую малоластинковую — *leigus* и проходную (анадромную) многоластинковую — *trachurus* [Бугаев, 2007]. В самом крупном водоёме бассейна р. Камчатки оз. Азабачьем симпатрически обитают обе морфы трехиглой колюшки, различающиеся численностью, морфологией и нерестовой биологией. Анадромная морфа, по сравнению с жилой, характеризуется значительно большей численностью, растянутым нерестом, посленерестовой гибелью производителей. После нагула в море анадромная колюшка проводит в пресных водах несколько месяцев, питаясь здесь бокоплавами, циклопами, рыбой [Бугаев, 2007]. Не имея промыслового значения, трехиглая колюшка составляет важный компонент питания водоплавающих птиц [Бугаев, 2007] и лососёвых рыб [Кохменко, 1970; Бусарова, 2022]. Из-за высокой численности, повсеместного распространения и важной роли в трофических цепях, колюшка представляет собой потенциальный источник распространения ихтиопаразитов в бассейне реки. Имеются данные о паразитах трехиглой колюшки в озёрах Азабачьем и Дальнем, но без указания её формы [Коновалов, 1971]. Целью данной работы было изучение динамики состава паразитофауны анадромной трехиглой колюшки во время её миграции из р. Камчатки в р. Азабачью.

Ихтиологический материал собран нами в августе 2021 г. в р. Камчатке вблизи устья р. Азабачьей и в её среднем течении в районе впадения Дьяконовского ключа. Рыб отлавливали сачком, фиксировали формалином и доставляли в лабораторию. В дальнейшем в камеральных условиях обследовали

методом полного паразитологического вскрытия [Быховская-Павловская, 1985]. Для каждого вида паразитов рассчитывали экстенсивность инвазии — долю заражённых рыб в выборке (ЭИ, %) и индекс обилия — число паразитов, приходящееся на одну рыбу в выборке (ИО, экз.). Всего было обследовано 22 экз. трехиглой колюшки длиной (АС) 67,0–94,0 мм ( $82,2 \pm 8,7$ ) и массой 2,3–6,7 г ( $4,7 \pm 1,1$ ).

У трехиглой колюшки в нижнем течении р. Камчатки нами найдено 16 видов паразитов (табл. 1), в том числе 5 видов инфузорий, по 2 вида микроспоридий, цестод, трематод, нематод и по одному виду моногенеи, ракообразных и глехидиев моллюсков. На долю гельминтов приходится 43,8% (7 видов), по числу видов преобладают инфузории (табл. 1).

Наибольшие показатели встречаемости и обилия паразитов у колюшки отмечены для инфузорий *T. tenuidens*, *Trichodina domerguei domerguei*, *T. gasterostei* (табл. 1). Второе место по уровню заражения рыб занимают моногенеи *G. rarus*. Третьей по значимости группой паразитов являются микроспоридии *Myxidium gasterostei* и *Myxobilatus gasterostei* и ракообразные *Ergasilus auratus*; заметную роль в инвазии трехиглой колюшки играют личинки *Anisakis simplex* и глехидии *Beringiana youkonensis*, остальные виды найдены у неё единично (табл. 1).

Таблица 1. Паразитофауна трехиглой колюшки нижнего течения р. Камчатка

Вид паразита	Река Камчатка (11 экз.)		Река Азабачья (11 экз.)	
	ЭИ, %	ИО	ЭИ, %	ИО
Эвригалинные / морские виды				
<i>Myxidium gasterostei</i>	36,4	0,4	0	0
<i>Myxobilatus gasterostei</i>	45,5	0,5	0	0
<i>Gyrodactylus rarus</i>	45,5	1,6	27,3	0,3
<i>Genolinea anura</i>	9,1	0,1	0	0
<i>Anisakis simplex</i> , l.	18,2	0,3	27,3	0,3
Пресноводные виды				
<i>Apiosoma gasterostei</i>	0	0	9,1	2,7
<i>Trichodina domerguei domerguei</i>	54,5	13,7	63,6	1,9
<i>T. gasterostei</i>	36,4	1,6	54,5	2,3
<i>T. tenuidens</i>	63,6	15,0	9,1	0,5
<i>Trichodina</i> sp. (почки)	9,1	0,2	0	0
<i>Schistocephalus solidus</i> , l.	0	0	9,1	0,2
<i>Proteocephalus filicollis</i>	0	0	72,7	ЭИ, %2



Окончание табл. 1

Вид паразита	Река Камчатка (11 экз.)		Река Азабачья (11 экз.)	
	ЭИ, %	ИО	ЭИ, %	ИО
<i>Diplostomum</i> sp., l.	9,1	0,1	63,6	2,9
<i>Nematoda</i> gen. sp. juv.	0	0	18,2	0,2
<i>Beringiana youkonensis</i> , l.	18,2	0,3	9,1	0,1
<i>Ergasilus auritus</i>	18,2	1,5	36,4	1,6

Примечание: ЭИ – экстенсивность инвазии, %; ИО – индекс обилия, экз.; l. – личинки.

У изученных рыб специфичные или характерные для колюшек виды паразитов составляют 50,0% всего состава и представлены следующими видами: *Myxidium gasterostei*, *Myxobilatus gasterostei*, *Apiosoma gasterostei*, *Trichodina gasterostei*, *T. tenuidens*, *Gyrodactylus rarus*, *Schistocephalus solidus*, *Proteocephalus filicollis*. В пресных водах рек Камчатка и Азабачья среди паразитов анадромной трехиглой колюшки большинство составляют пресноводные виды (56,5%), треть видов (31,5%) относится к эвригалинным и морским (табл. 1).

При сравнении фауны паразитов трехиглой колюшки рек Камчатка и Азабачья заметны различия в её составе. Обобщение данных о соотношении пресноводных и эвригалинных / морских видов паразитов у колюшки по мере её движения по реке показало, что в р. Камчатке число этих групп паразитов у рыб близко к равному, в то время как в р. Азабачьей пресноводные виды паразитов преобладают (62%) (рис. 1).

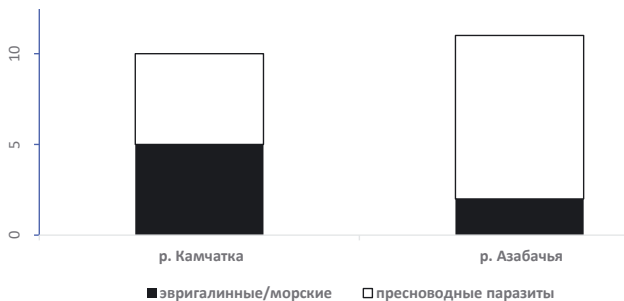


Рис. 1. Число видов эвригалинных и пресноводных паразитов у трехиглой колюшки в реках Азабачья и Камчатка

В ходе миграции по р. Азабачьей от устья в сторону оз. Азабачьего у трехиглой колюшки исчезают эвригалинные специфичные виды *Myxidium gasterostei*, *Myxobilatus gasterostei*, снижается её заражённость *Trichodina tenuidens* до единичных находок инфузорий, уменьшается в 5 раз число *Gyrodactylus rarus*. Одновременно с потерей эвригалинных паразитов у колюшки растёт инвазия пресноводными видами. В среднем течении р. Азабачьей у неё обнаруживаются гельминты *Schistocephalus solidus* и *Proteocephalus filicollis*, отсутствовавшие у рыб из р. Камчатки, а также увеличивается заражённость другими пресноводными паразитами (*Diplostomum* sp., *Trichodina domerguei domerguei*, *Ergasilus auritus*) (рис. 2).

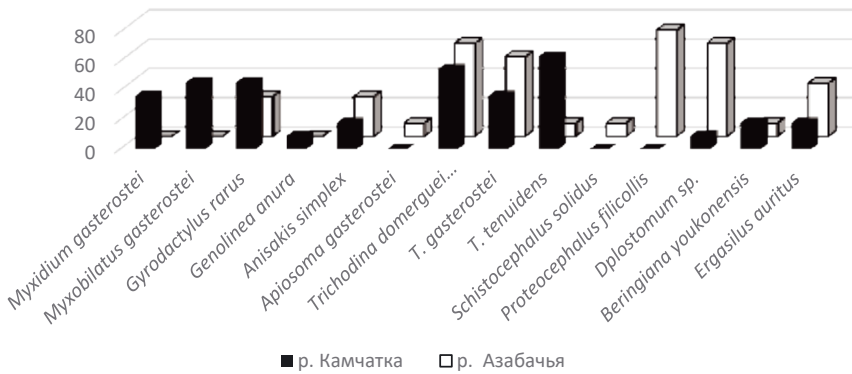


Рис. 2. Встречаемость (ЭИ, %) паразитов у трехиглой колюшки в исследованных реках

Заражение колюшки пресноводными видами гельминтов со сложным жизненным циклом *Schistocephalus solidus* и *Proteocephalus filicollis* обусловлено тем, что проходная колюшка живёт в пресных водах длительное время и при этом продолжает питаться. Промежуточными хозяевами этих паразитов являются циклопы [Буторина, Куперман, 1981]. Питаясь ими, колюшка приобретает этих цестод. Мы отмечали присутствие веслоногих ракообразных в желудках колюшек. Рацион трехиглой колюшки в пресных водах разнообразен: помимо планктона, в желудках рыб из наших сборов присутствовали личинки и куколки хирономид, личинки подёнок, околводные насекомые, имеются данные о питании колюшки в бассейне оз. Азабачье амфиподами и рыбой [Бугаев, 2007].

В период наших исследований мы наблюдали активное размножение паразитических инфузорий и ракообразных. На жабрах некоторых рыб мы нашли сотни экземпляров инфузорий, в том числе в процессе деления.

В это же время на жабрах рыб происходило быстрое развитие эмбрионов в яйцевых мешках ракообразных *E. auritus*, которые просвечивали сквозь покровы яиц самок, сидящих на жабрах рыб, при этом общая численность самок в выборках из каждой реки составляла около 20 экз. Сходство фауны паразитов трехиглой колюшки в реках Азабачья и Камчатка высокое и составляет 66,7% (по индексу Чекановского-Серенсена).

Таким образом, полученные нами данные о паразитах многопластинковой трехиглой колюшки в процессе анадромной миграции показали существенные изменения в составе её паразитофауны. В пресных водах по мере продвижения из р. Камчатка в р. Азабачью колюшки постепенно утрачивают часть характерных для них солоноватоводных (а также морских) видов паразитов и приобретают пресноводных инфузорий, ракообразных, биогельминтов.

## Литература

Бугаев В. Ф. 2007. Рыбы бассейна реки Камчатки (численность, промысел, проблемы). — Петропавловск-Камч.: Камчатпресс. — 192 с.

Бусарова О. Ю. 2022. Трофическая специализация симпатрических форм мальмы *Salvelinus malma* (Walbaum) озера Азабачье, Камчатка // Вопр. ихтиол. — Т. 62. — № 4. — С. 621–633. DOI: 10.31857/S004287522204005

Буторина Т. Е., Куперман Б. И. 1981. Экологический анализ заражённости цестодами рыб пресных вод Камчатки // Биол. и систематика гельминтов животных Дальнего Востока. — Владивосток: Изд-во ДВНЦ АН СССР. — С. 86–100.

Быховская-Павловская И. Е. 1985. Паразиты рыб. Руководство по изучению. — Л.: Наука. — 121 с.

Коновалов С. М. 1971. Дифференциация локальных стад нерки *Oncorhynchus nerka* (Walbaum). — Л.: Наука. — 229 с.

Кохменко Л. В. 1970. Особенности питания гольца *Salvelinus alpinus* (L.) // Изв. ТИНРО. — Т. 78. — С. 117–127.

## СОСТОЯНИЕ ЕЛЬНИКОВ ВУЛКАНА ШИВЕЛУЧ ПОСЛЕ ИЗВЕРЖЕНИЯ В АПРЕЛЕ 2023 г.

**М. П. Вяткина, Н. В. Голуб**

Камчатский филиал Тихоокеанского института географии (КФ ТИГ) ДВО РАН,  
Петропавловск-Камчатский

*The state of the spruce forests of the Shiveluch Volcano after the eruption in April 2023*

**M. P. Vyatkina, N. V. Golub**

Kamchatka Branch of Pacific Geographical Institute (KB PGI) FEB RAS,  
Petropavlovsk-Kamchatsky

В ходе ботанических исследований в районе посёлка Ключи (Усть-Камчатский район) были проведены наблюдения последствий воздействия на ельники интенсивного пеплопада после мощного извержения вулкана Шивелуч 11–13 апреля 2023 г. Ранее лаборатория экологии растений с участием авторов проводила исследования в старовозрастных сообществах еловых лесов из *Picea yezoensis* (Siebold et Zucc.) Carrière, произрастающих только в зонах умеренных пеплопадов в районах, удалённых от воздействия современного вулканизма (г. Николка, подножие восточного макросклона Срединного хребта и др.) [Нешатаева и др., 2010; Вяткина и др., 2016, 2017]. Поэтому исследования по изучению растительного покрова в зоне прямого воздействия вулкана Шивелуч, являющегося одним из самых активных на Камчатке, чрезвычайно интересны.

Параметры, характеризующие его извержения весьма полно изложены в работах вулканологов [Мелекесцев и др., 1991; Гирина и др., 2023; и др.]. Подробнейшие сведения о воздействии на растительность вулканической деятельности Шивелуча представлены в ряде работ С.Ю. Гришина. В них дана развёрнутая информация об активности этого вулкана, в том числе и извержениях в 2023 г., приведены сведения о характере и формах воздействия вулканических материалов и процессов на растительный покров на его склонах и окрестностях [Гришин, 2023, Гришин и др., 2024].

В текущем году ботанический маршрут был проложен у юго-западного подножия вулкана Шивелуч (около 150 м над у.м.) в нижней части массива ельников. На месте обследования еловые сообщества до извержения 2023 г. были представлены группой ассоциаций ельников зеленомошных [Нешатаева и др., 2010]. Их описания содержат сведения о характере и мощности пепловых отложений, реакции сохранившегося растительного покрова, его

видовом составе и состоянии, в них также отражены процессы его возобновления. Проведённые нами наблюдения показали, что в первую очередь от выбросов пепла пострадали растения напочвенного покрова ельников — травяно-кустарничковый ярус, мхи и лишайники (рис. 1).

Пепловые отложения как аэрального, так и перетолженного характера на всей площади обследования занимают от 60 до 80% её поверхности (рис. 2). При этом толщина пеплового слоя в среднем составляет 2–5 см (рис. 3). В видовой состав еловых сообществ входит лиственница Гмелина (*Larix gmelinii* (Rupr.) Rupr.) и лиственные породы — берёза Эрмана (*Betula ermanii* Cham), рябина сибирская (*Sorbus aucuparia* L. subsp. *sibirica* (Hedl.) Kryl.). Повреждений компонентов древостоя в следствии прошлогоднего пеплопада на данном участке не отмечено. Подрост разного возраста всех видов древостоя встречается равномерно. Аспектирует многочисленный подрост рябины. Сеянцы ели, в том числе и однолетние, встречаются повсеместно на валежнике и на почве на поверхности пеплового слоя.

Кустарниковый ярус состоит в основном из жимолости (*Lonicera caerulea* L.), шиповника тупоушкового (*Rosa amblyotis* С.А. Мей.), таволги Бовера (*Spiraea beauverdiana* Schneid.) и смородины печальной (*Ribes triste* Pall.). Встречаются также отдельные куртины ольхового (*Alnus fruticosa* Pall.), высотой до 3 м, и кедрового (*Pinus pumila* (Pall.) Regel), 1,5–2,5 м, слаников. Состояние кустарникового яруса в целом удовлетворительное



Рис. 1. Ельник на юго-западном подножии вулкана Шивелуч



Рис. 2. Напочвенные кустарничково-травяной и моховой яруса перекрыты слоем пепла до 80%



Рис. 3. Толщина пеплового слоя в августе 2024 г.

несмотря на то, что корневые шейки кустов и узлы кущения кустарников закрыты пепловыми отложениями. Повсеместно отмечается активный прирост годичных побегов жимолости, которая чаще других видов преобладает в кустарниковом ярусе. На участках лесных окон кустарники более обильны, их проективное покрытие достигает 25–35%.

Что касается травяно-кустарничкового яруса ельников, то он был значительно повреждён пепловыми отложениями. Под более сомкнутым еловым древостоем проективное покрытие этого яруса достигает 5%. Он представлен следующими видами: линнея северная (*Linnaea borealis* L.), ортилия однобокая (*Orthilia secunda* (L.) House), дифазиаструм уплощённый (*Diphasiastrum complanatum* (L.) Holub), плауны (*Lycopodium annotinum* L., и *L. clavatum* L.), шикша (*Empetrum nigrum* L. s.l.) брусника (*Vaccinium vitis-idaea* L. s.l.), княженика (*Rubus arcticus* L.), грушанки мясокрасная и малая (*Pyrola* Holub *incarnata* (DC.) Freyn. и *P. minor* L.), реже присутствуют хамерион узколистный (*Chamerion angustifolium* (L.)), хвощи полевой и зимующий (*Equisetum pratense* L. и *E. hyemale* L.). Следует отметить явное преобладание линнеи северной и её активное вегетативное и семенное возобновление (рис. 4). Основной аспект напочвенного покрова создают линнея северная и ортилия однобокая, а остальные виды представлены реже и сохранились в местах прикрытия — у валежа, пней и приствольных частях деревьев. Среди мхов на валеже была встречена в вегетативном состоянии орхидея гудайера ползучая (*Goodyera repens* (L.) R. Br.). В лесных окнах или на участках с разреженным древостоем ели с примесью лиственницы и лиственных пород травяной ярус сгущается за счёт увеличения видового состава трав: хамерион узколистный (*Ch. angustifolium* (L.)), вейник (*Calamagrostis purpurea* (Trin.) Trin. s.l.), осоки (*Carex* sp.), хвощи полевой и зимующий, реже золотарник

таволголистный (*Solidago spiraeifolia* Fisch. ex Herd.), герань волосистоцветковая (*Geranium erianthum* DC.) и соссурея ложно-Тилезиева (*Saussurea pseudo-tilesii* Lipsch.), а иногда между ними встречаются куртины голубики (*Vaccinium uliginosum* L.). Аспектируют и обильны хамерион узколистый и вейник, реже хвощ полевой. В нижнем ярусе травостоя здесь также присутствуют линнея северная, ортилия однобокая, княженика и другие виды. Верхний и нижний ярусы травостоя не образуют сомкнутого покрова. Общий облик растительности на таких участках более густой за счёт большего участия кустарников и древесного подроста. Представитель внеярусной растительности — княжик охотский (*Atragene ochotensis* Pall.), пережил пеплопад и в текущем году дал заметное семенное возобновление.

Мохово-лишайниковый ярус на большей части поверхности почвы погребён под слоем пепла, но некоторые виды зелёных мхов встречаются небольшими куртинками на пологих участках, где произошёл его смыв. Мхи и лишайники сохранились, но в основном только на боковых поверхностях крупного валежника и пнях или на поверхностях почти разложившегося, погребённого и едва заметного валежа (рис. 5). Среди выживших мхов преобладают *Pleurozium shreberi* и виды родов *Dicranum* и *Polytrichum*, а также другие мхи, места обитания которых приурочены к валежнику. Ярко-зелёные моховые пятна на валежнике резко выделяются на фоне серого цвета пепла.

На боковых поверхностях валежа также выжили и развиваются листоватые лишайники — *Peltigera* cf. *leucophlebia*, *P.* cf. *aphthosa*, *P. neopolydactyla*, *P. extenuata*, *P. latiloba* и некоторые виды лишайников рода *Cladonia* —



Рис. 4. Линнея северная и ее сеянцы



Рис. 5. Мхи и листоватые лишайники на валеже

*C. coniocrae*, *C. cenotea*, *C. chlorophaea*, *C. cornuta*, *C. pleurota*. Для ели отмечен типичный набор эпифитных лишайников: *Hypogymnia physodes*, *Bryoria* cf. *americana*, *Evernia mesomorpha* и *Ramalina roesleri*. Реже встречаются виды: *Parmelia asiatica*, *P. sulcata*, *Lobaria scrobiculata* и единично обнаружен краснокнижный вид — *Usnea* cf. *lapponica* [Красная книга..., 2018].

В целом, результаты наблюдений дали возможность составить представления об ответных реакциях отдельных групп видов и состоянии растительности еловых сообществ через год после извержения вулкана Шивелуч в 2023 г.

Авторы выражают большую благодарность группе специалистов Ботанического института им. В.Л. Комарова РАН И.С. Степанчиковой, А.А. Родионовой, А.С. Зуевой за помощь в определении лишайников.

## Литература

Вяткина М.П., Дирксен В.Г., Голуб Н.В., Степанчикова И.С., Гимельбрант Д.Е., Маснев В.А., Тагирджанова А.В., Дёмина Г.М. 2016. Коренные ельники г. Николка (Камчатский край) — реликтовые растительные сообщества, нуждающиеся в особой охране // Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей: Мат-лы XXVII Междунар. науч. конф. — Петропавловск-Камч.: Камчатпресс. — С. 44–49.

Вяткина М.П., Дирксен В.Г., Степанчикова И.С., Голуб Н.В., Маснев В.А., Савенкова Ю.В. 2017. Новые данные о ельниках Центральной Камчатки // Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей: Мат-лы XXVIII Междунар. науч. конф. — Петропавловск-Камч.: Камчатпресс. — С. 69–74.

Гирина О.А., Ляуян Е.А., Хорват А. и др. 2023. Анализ развития пароксизмального извержения вулкана Шивелуч 10–13 апреля 2023 года на основе данных различных спутниковых систем // Соврем. проблемы дистанц. зондирования Земли из космоса. — Т. 20. — № 2. — С. 283–291.

Гришин С.Ю. 2023. Формы воздействия на растительность в ходе сильного извержения вулкана Шивелуч (апрель 2023 г., Камчатка) // Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей: Мат-лы XXIV Междунар. науч. конф. — Петропавловск-Камч.: Камчатпресс. — С. 45–48.

Гришин С.Ю., Белоусов А.Б., Белоусова М.Г., Перепёлкина П.А. 2024. Воздействие пеплопада извержения вулкана Шивелуч (Камчатка, 11 апреля 2023 г.) на лесную растительность // Биота и среда природных территорий. — Т. 12. — № 1. — С. 39–55.

Красная книга Камчатского края. 2018. Т. 2. Растения / отв. ред. О.А. Черныгина. — Петропавловск-Камч.: Камчатпресс. — 388 с.

Мелекесцев И.В., Волынец О.Н., Ермаков В.А., Кирсанова Т.П., Масуренков Ю.П. 1991. Вулкан Шивелуч // Действующие вулканы Камчатки. В 2-х т. — М.: Наука. — Т. 1. — С. 84–103.

Нешатаева В.Ю., Кораблев А.П., Вяткина М.П. 2010. Еловые леса из *Pinus ajanensis* (Pinaceae) Центральной Камчатки и их классификация // Бот. журн. — Т. 95. — № 11. — С. 1601–1614.



## МОНИТОРИНГ ЧИСЛЕННОСТИ ГНЕЗДЯЩИХСЯ ВОРОБЬЕОБРАЗНЫХ ПТИЦ ОКРЕСТНОСТЕЙ СЕЛА ЭССО

**Ю. Н. Герасимов, Э. Р. Духова**

Камчатский филиал Тихоокеанского института географии (КФ ТИГ) ДВО РАН,  
Петропавловск-Камчатский

*Monitoring of number of nesting passerines birds of vicinity of Esso Village*

**Yu. N. Gerasimov, E. R. Dukhova**

Kamchatka Branch of Pacific Geographical Institute (KB PGI) FEB RAS,  
Petropavlovsk-Kamchatsky

Мы выполняем мониторинг плотности населения гнездящихся птиц в окрестностях с. Эссо, с 2007 г. вот уже 18 лет без перерыва. Для постоянных исследований выбраны два местообитания — разреженный лиственничник и пойменный лес в окрестностях села. Учёт проводится трансектным методом с фиксированными полосами обнаружения птиц, ширина которых составляет от 100 м (мелкие воробьиные птицы) до 500 м (ворон). В учёт вносятся лишь территориальные особи, которые находятся предположительно на своих гнездовых участках. Полученные результаты пересчитывались в парах на 1 км<sup>2</sup> с целью выяснения плотности населения птиц. Всего за 18 лет с учётами пройдено более 350 км.

Результаты первых 8 лет работ были опубликованы [Герасимов и др., 2015]. С тех пор объём полученных данных увеличился более чем в два раза. Мы решили провести сравнение опубликованных материалов (2007–2014 гг.) с аналогичными, полученными в течение последних 10 лет (2015–2024 гг.). Оно сделано главным образом на основе средних показателей плотности населения гнездящихся воробьеобразных птиц (таблицы 1, 2).

В приведённых табличных данных не отражены некоторые редкие и нерегулярно встречающиеся на гнездовании виды. В лиственничнике это камчатская трясогузка, пестрогрудая мухоловка, московка, сорока, ворон, клест-словик и чиж; в пойменном лесу — сорока, ворон и синехвостка.

При сравнении плотности населения птиц в эти два периода наших исследований мы видим, что выделяется несколько видов, стабильных по численности. Это пятнистый конёк, восточная малая мухоловка, пухляк, поползень, снегирь. Интересна ситуация с овсянкой-ремез. Данный вид включён в Красную книгу России. В двух основных биотопах около с. Эссо

Таблица 1. Плотность населения птиц в лиственничнике в окрестностях Эссо в июне 2007–2024 гг. (пар/км<sup>2</sup>)

Вид	2007–2014	В среднем	2015–2024	В среднем
Пятнистый конёк	11,3–29,6	17,9	10,0–34,2	18,1
Горная трясогузка	0–2,3	0,8	0–1,2	0,2
Сибирский жулан	0–1,3	0,3	0–2,8	0,3
Кедровка	0–1,9	0,6	0,6–8,2	2,2
Восточная чёрная ворона	0,3–1,2	0,8	0,3–1,4	0,9
Пятнистый сверчок	0–19,1	8,7	0–11,8	5,4
Пеночка-таловка	3,2–24,4	12,4	13,6–35,5	21,4
Восточная малая мухоловка	0–16,9	8,7	8,2–16,0	12,3
Сибирская мухоловка	0–2,7	1,0	0–5,9	1,6
Соловей-красношейка	0–16,3	8,0	0–4,5	1,9
Соловей-свистун	–	–	0–4,5	1,0
Синехвостка	0–2,3	0,9	1,3–17,8	5,8
Оливковый дрозд	1,6–9,5	4,3	2,8–16,1	8,9
Ополовник	0–3,6	1,7	0–3,5	0,7
Пухляк	2,9–19,5	9,9	1,8–12,7	8,6
Поползень	0–10,4	3,5	0–7,9	2,7
Юрок	0–9,7	5,1	4,7–30,5	18,1
Китайская зеленушка	0–2,5	0,7	0–4,7	1,4
Чечётка	0–4,8	1,5	0–4,2	0,9
Чечевица	15,9–35,4	24,8	11,8–34,7	20,5
Снегирь	0,9–5,8	2,9	0–8,3	3,6
Дубонос	0–4,7	1,4	0–3,4	1,1
Овсянка-ремез	13,1–34,7	20,7	11,7–42,1	24,1
Дубровник	1,6–14,0	5,5	0–5,3	2,5

он не только стабилен по плотности населения, но и является самым многочисленным среди всех птиц.

Совсем немного видов, численность которых явно имеет тенденцию на снижение. Это прежде всего соловей-красношейка и пестрогрудая мухоловка, которая вообще исчезла из материалов наших учётов. Плотность населения дубровника (вид внесён в Красную книгу России) в исследованных местообитаниях резко снизилась 15–20 лет назад. В настоящее же время этот

Таблица 2. Плотность населения птиц в пойменном лесу р. Быстрой в окрестностях Эссо в июне 2007–2024 гг. (пар/км<sup>2</sup>)

Вид	2007–2014	В среднем	2015–2024	В среднем
Пятнистый конёк	1,2–1,8	1,4	0–6,3	2,3
Горная трясогузка	1,9–10,3	6,5	1,4–7,4	3,5
Камчатская трясогузка	1,7–4,8	2,0	0–4,7	1,7
Кедровка	0–1,5	0,6	0–0,6	0,1
Восточная чёрная ворона	0,9–4,8	2,2	0,4–4,2	1,5
Пятнистый сверчок	0–7,1	2,1	0–6,7	1,8
Пеночка-таловка	3,4–19,3	13,0	13,7–24,2	17,8
Восточная малая мухоловка	12,3–26,5	20,2	6,0–42,7	16,5
Сибирская мухоловка	0–5,3	2,1	0–4,2	2,0
Пестрогрудая мухоловка	0–4,8	1,3	0	0
Соловей-красношейка	0–10,3	4,7	0–5,2	1,9
Соловей-свистун	0–2,9	0,4	0–8,3	2,2
Оливковый дрозд	0–13,3	9,4	3–14,6	10,7
Ополовник	0–10,3	3,6	0–5,6	1,4
Пухляк	6–21,7	13,9	5,1–20,3	11,9
Поползень	0–11,8	6,7	1,8–14,1	6,5
Юрок	4,8–14,0	8,8	9,7–20,5	18,7
Китайская зеленушка	0–3,5	0,7	0–2,8	0,9
Чечётка	0–1,7	0,3	0–1,5	0,2
Чечевица	14,6–39,8	25,2	8,9–27,3	17,8
Снегирь	0–2,9	1,3	0–3,9	1,4
Дубонос	0–7,1	2,1	0–2,1	0,7
Овсянка-ремез	22,1–42,1	30,1	16,1–44,6	29,0
Дубровник	0–15,8	6,0	0–5,2	2,2

вид стабилен по численности, а в некоторых других районах полуострова гнездящаяся популяция последние годы заметно возросла [Герасимов и др., 2023]. Также прослеживается тенденция на снижение численности чечевицы. Но данные по этой птице требуют дальнейших исследований.

Виды, численность которых явно возрастает в обоих местообитаниях, это пеночка-таловка, соловей-свистун и юрок. В лиственничнике также стало больше синехвосток и оливковых дроздов.

Все полученные нами материалы в результате учётов в окрестностях с. Эссо соответствуют ранее изложенным данным по глобальному изменению численности разных видов птиц на территории Камчатки [Герасимов, Лобков, 2019].

### Литература

Герасимов Ю.Н., Бухалова Р.В., Гринькова А.С., Шлотгауер К.В. 2015. Гнездящиеся птицы Быстринского кластера природного парка «Вулканы Камчатки» // Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей: Докл. XV Междунар. науч. конф. (Петропавловск-Камч., 18–19 нояб. 2014 г.). — Петропавловск-Камч.: Камчатпресс. — С. 21–26.

Герасимов Ю.Н., Духова Э.Р., Ковалёва В.М. 2023. Дубровник *Ocyris aureolis* на Камчатке: распространение, численность и её динамика // Актуальные проблемы охраны птиц России: Мат-лы Всерос. науч.-практ. конф. — Махачкала: Алеф. — С. 30–33.

Герасимов Ю.Н., Лобков Е.Г. 2019. Многолетние тренды изменения численности воробьеобразных птиц Камчатки // Вестн. Тверского гос. ун-та. Сер.: биол. и экол. — № 1(53). — С. 54–59.

## МАТЕРИАЛЫ ПО ЧИСЛЕННОСТИ ГНЕЗДЯЩИХСЯ ПТИЦ ЕЛОВЫХ ЛЕСОВ КАМЧАТКИ

**Ю.Н. Герасимов<sup>\*</sup>, В.М. Ковалёва<sup>\*\*</sup>**

<sup>\*</sup>Камчатский филиал Тихоокеанского института географии (КФ ТИГ) ДВО РАН,  
Петропавловск-Камчатский

<sup>\*\*</sup>Ивановский государственный университет (ИвГУ)

*Materials on number of breeding birds in spruce forests of Kamchatka*

**Yu.N. Gerasimov<sup>\*</sup>, V.M. Kovaleva<sup>\*\*</sup>**

<sup>\*</sup>Kamchatka Branch of Pacific Geographic Institute (KB PGI) FEB RAS,  
Petropavlovsk-Kamchatsky

<sup>\*\*</sup>Ivanovo State University (IvSU)

Изучение населения птиц еловых лесов Центральной Камчатки в период гнездования выполняется нами с 1999 г., в том числе с 2000 г. регулярно проводятся количественные учёты по определению плотности населения в период гнездования. Часть этих материалов опубликована [Герасимов, Бухалова, 2010; 2016; Герасимов и др., 2018]. Основным методом исследований являются маршрутные учёты методом, при котором используются фиксированные полосы обнаружения птиц. Ширина учётных трансект в сезон размножения (июнь) в зависимости от заметности птиц составляет для разных видов от 100 до 500 м.

Численность птиц, особенно воробьеобразных, в ельниках, как и в других лесах Камчатки, сильно колеблется год от года. Но в данном случае мы решили выяснить насколько она отлична на разных участках ельников в один и тот же год. Этот вопрос заинтересовал нас в плане подготовки кадастра гнездящихся птиц Камчатки.

С этой целью в июне 2024 г. мы выполнили учёты на 4 участках еловых лесов, расположенных в долине р. Камчатки. Это заказник «Таёжный» и 3 участка вдоль автодороги Мильково — Усть-Камчатск, в районе 47, 93 и 115 км. Эти участки значительно различаются между собой. Так, ельники на территории заказника «Таёжного» и вблизи его границ являются наиболее густыми и относительно слабо изменёнными. Поляны здесь практически отсутствуют. Ельники в районе «47 км» напротив имеют довольно много открытых, в том числе заболоченных участков с кустарником. Ельники «93 км» частично вырублены, здесь присутствуют участки лиственного подроста, а лес «115 км» имеет участки, где встречаются разреженные

лиственничники и участки вторичного смешанного леса с большим количеством берёзы плосколистной.

Данные по плотности населения гнездящихся птиц ельников на четырёх обследованных в 2024 г. участках представлены в таблице 1.

Таблица 1. Плотность населения гнездящихся птиц (пар/км<sup>2</sup>) на различных участках ельников Центральной Камчатки

Вид	Районы				В среднем
	Таёжный	47 км	93 км	115 км	
Пятнистый конёк	0	2,8	1,5	9,3	3,4
Кедровка	4,6	2,8	0,7	6,2	3,6
Ворон	–	0,2	–	–	0,1
Пеночка-таловка	8,3	–	–	–	2,1
Восточная малая мухоловка	1,9	15,1	7,4	12,4	9,2
Сибирская мухоловка	2,8	7,5	7,4	4,1	5,5
Синехвостка	7,1	1,9	6,6	9,3	6,2
Оливковый дрозд	13,9	25,5	19,1	10,3	17,2
Ополовник	–	2,8	2,2	1,0	1,5
Пухляк	11,1	24,5	16,2	16,5	17,1
Московка	12,0	12,3	10,3	7,2	10,5
Поползень	9,3	6,6	4,4	6,2	6,6
Юрок	6,5	45,3	20,6	24,7	24,3
Чечётка	5,1	5,7	5,9	2,1	4,7
Чечевица	7,4	25,5	18,4	4,1	13,9
Чиж	1,9	0,9	–	–	0,7
Клест-еловик	2,8	0,9	0,7	–	1,1
Снегирь	9,3	11,3	2,2	10,3	8,3
Дубонос	–	0,5	–	–	0,1
Овсянка-ремез	25,0	13,2	17,6	3,1	14,7
Большой пёстрый дятел	1,9	2,8	2,9	–	1,9
Ястребиная сова	–	–	–	0,5	0,1
Мохноногий сыч	–	0,9	0,7	–	0,4
Глухая кукушка	1,2	–	–	–	0,3
Всего	132,1	209	144,8	127,3	153,3

Наиболее стабильные виды, численность которых в ельнике слабо зависит от его типа, это московка и поползень. Несколько больше разница в плотности населения у пухляка, синехвостки и оливкового дрозда. У некоторых других видов плотность населения значительна. Так, численность снегиря на обследованных участках различалась в 5 раз, чечевицы — в 6 раз, юрка — в 7 раз, овсянки-ремеза — в 8 раз. Всё это говорит о том, что для достоверного расчёта суммарной численности птиц в каком-либо местообитании и районе Камчатки, учётами должны быть покрыты разные участки одних и тех же типов лесов. Иначе ошибка может быть многократной по отношению к реальной численности.

Параллельно мы решили сравнить среднюю плотность населения гнездящихся птиц Камчатки, полученную нами в 2006–2010 гг. с таковым показателем 2024 г. Сравнение представлено в таблице 2.

Но в целом произошло значительное увеличение численности птиц, гнездящихся в еловых лесах. Разница как среднего показателя, так и по отдельным изученным районам оказалась очень существенной.

Какого-либо реального изменения численности у обычных видов, обитающих в ельниках круглогодично (пухляк, поползень, московка), также у ряда достаточно типичных для ельника видов (синехвостка, восточная малая мухоловка, сибирская мухоловка, снегирь) не отмечено. Произошло значительное увеличение суммарной численности птиц, гнездящихся в еловых лесах. Разница как в целом по ельникам, так и по отдельным изученным пунктам оказалась очень существенной (табл. 2). Это произошло в основном за счёт ряда видов. Прежде всего — юрка и оливкового дрозда. Их численность растёт на территории всего полуострова. Не совсем понятна хорошо заметная разница в численности чечевицы. У этого вида она значительно колеблется от года к году, и здесь нужны дополнительные исследования. Интересны результаты (троекратное увеличение плотности населения) по овсянке-ремезу, виду, внесённому в Красную книгу России.

Пеночка-таловка сейчас является самым многочисленным видом птиц Камчатки. Однако она практически отсутствует в центральных низменных районах полуострова. По материалам наших учётов её средняя численность в ельниках возросла в 10 раз (табл. 2). В среднем она из редкого вида перешла в обычные (минус малочисленные). Но в низменных районах вдоль реки Камчатки её численность по-прежнему очень низка. Увеличение произошло за счёт предгорных ельников (табл. 1, учётные данные по заказнику Таёжному).

Таблица 2. Средняя плотность населения гнездящихся птиц (пар/км<sup>2</sup>)  
в ельниках Камчатки

Вид	2006–2010 гг.	2024 г.
Пятнистый конёк	0,8	3,4
Кедровка	0,6	3,6
Ворон	0,1	0,1
Пеночка-таловка	0,2	2,1
Восточная малая мухоловка	7,0	9,2
Сибирская мухоловка	1,2	5,5
Синехвостка	9,8	6,2
Оливковый дрозд	7,0	17,2
Ополовник	0,8	1,5
Пухляк	13,6	17,1
Московка	12,8	10,5
Поползень	6,4	6,6
Юрок	9,3	24,3
Чечётка	3,6	4,7
Чечевица	2,4	13,9
Чиж	–	0,7
Клест-еловик	–	1,1
Снегирь	3,7	8,3
Дубонос	0,4	0,1
Овсянка-ремез	5,0	14,7
Большой пёстрый дятел	1,1	1,9
Трехпалый дятел	0,1	–
Ястребиная сова	0,1	0,1
Мохноногий сыч	–	0,4
Глухая кукушка	0,2	0,3
Всего	86,2	153,3



## Литература

*Герасимов Ю. Н., Бухалова Р. В.* 2010. Птицы еловых лесов Камчатки // Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей: Мат-лы XI Междунар. науч. конф. — Петропавловск-Камч.: Камчатпресс. — С. 36–39.

*Герасимов Ю. Н., Бухалова Р. В.* 2016. Воробьинообразные птицы еловых лесов Центральной Камчатки // Современные проблемы зоологии и паразитологии: Мат-лы VIII Междунар. науч.-практ. конф. «Чтения памяти проф. И. И. Барабаш-Никифорова» (Воронеж, 10 марта 2016 г.). — Воронеж: Изд. дом ВГУ. — С. 63–68.

*Герасимов Ю. Н., Бухалова М. В., Гринькова А. С.* 2018. Зимующие птицы еловых лесов Камчатки // Естеств. и техн. науки. — № 11 (125). — С. 91–93.

НЕКОТОРЫЕ ЧЕРТЫ БИОЛОГИИ КОЛЮШЕК  
(ДЕВЯТИИГЛОЙ *PUNGITIUS PUNGITIUS* И ТРЕХИГЛОЙ  
*GASTEROSTEUS ACULESTUS*) (GASTEROSTEIDAE)  
ИЗ оз. ПРИЛИВНОГО (ЮГО-ВОСТОЧНАЯ КАМЧАТКА)

С. С. Григорьев\*, Н. А. Седова\*\*

\*Камчатский филиал Тихоокеанского института географии (КФ ТИГ) ДВО РАН,  
Петропавловск-Камчатский

\*\*Камчатский государственный технический университет (КамчатГТУ),  
Петропавловск-Камчатский

*Some features of the biology of Sticklebacks (ninespine stickleback *Pungitius pungitius* and threespine stickleback *Gasterosteus aculeatus*) (Gasterosteidae) from Lake Prilivnoe (South-Eastern Kamchatka)*

S.S. Grigorev\*, N.A. Sedova\*\*

\*Kamchatka Branch of Pacific Geographical Institute (KB PGI) FEB RAS,  
Petropavlovsk-Kamchatsky

\*\*Kamchatka State Technical University (KSTU), Petropavlovsk-Kamchatsky

Колюшки населяют разнообразные биотопы, характеризуются большим морфологическим разнообразием, даже в пределах одного водоёма или бассейна [Зюганов, 1991]. Эти рыбы относятся к тем немногим объектам, для которых усиление антропогенного влияния вызывает увеличение численности. Выживанию и расселению колюшек в прибрежной зоне способствуют такие особенности их биологии, как забота о потомстве, эвригалинность, эвритермность, эврибионтность и эврифагия, устойчивость к загрязнениям. Гидротехнические и ирригационные работы способствуют проникновению колюшек в новые водоёмы. Ранняя половозрелость, короткоцикловость, высокая воспроизводительная способность, активная забота о потомстве позволяют колюшкам выдерживать интенсивное воздействие неблагоприятных условий среды, пресс хищников, и конкурировать с другими рыбами.

Несмотря на то, что колюшки не имеют важного промыслового значения, некоторые их особенности представляют интерес для экологов, генетиков, физиологов и эволюционистов. Колюшки не только служат объектами питания хозяйственно ценных рыб, но также являются серьёзными пищевыми конкурентами промысловых рыб, особенно молоди [Зюганов, 1991].

У колюшек рода *Pungitius* фенотипичный полиморфизм проявляется по количеству спинных и брюшных колючек, боковых костных пластин

на теле и хвостовом стебле, выраженности тазового пояса и других признаках, которые широко используются в работах исследователей разных специальностей. Девятииглая колюшка *Pungitius pungitius* (Linnaeus, 1758) встречается на территории Камчатского края, обитает как в пресных водоёмах, так и в солоноватых водах приустьевых участков рек, лагун и бухт. Несмотря на широкое распространение в водоёмах Камчатки, сведений о её биологии немного, прежде всего потому, что большинство популяций обитает в удалённых и труднодоступных водоёмах [Токранов, Паскочина, 2023].

Трехиглая колюшка *Gasterosteus aculeatus* Linnaeus, 1758 является самым изученным видом из всех представителей сем. Gasterosteidae [Зюганов, 1991]. Эту мелкую стайную рыбку можно обнаружить практически в любом пресноводном водоёме Камчатке, даже в большой луже. Она многочисленна в зоне морского прибрежного мелководья, особенно вблизи устьев рек [Токранов, 2004]. Число, форма и характер расположения пластин на хвостовом стебле показывают значительную изменчивость внутри вида. Полиморфизм, пластичность и изменчивость позволяют трехиглой колюшке приспосабливаться к различным экологическим условиям.

Цель работы — изучить некоторые особенности биологии трехиглой и девятииглой колюшек оз. Приливного как индикаторов экологического состояния водоёма.

Исследования выполнены на озере лагунного типа, отделённого от моря песчано-гравийной косой, соединяющейся протокой с Авачинским заливом. В период формирования ледового покрова в русле протоки из-за скопления рыхлого льда и вовлечения его под кромку образовавшегося ледяного покрова возникает зажор, который препятствует свободному течению воды и вызывает подъём уровня воды в озере. При этом площадь поверхности озера в зимнее время существенно увеличивается. По нашим предварительным оценкам, площадь поверхности озера в межень составляет 1,2 км<sup>2</sup>. Зимой площадь озера увеличивается в 3,7 раза и достигает 4,4 км<sup>2</sup>. Озеро извилистое, вытянуто в южном направлении на 4–5 км. Вода почти во всём озере пресная. Небольшое количество морской воды поступает лишь в южную его часть во время больших приливов. В северо-западной части озера проходит извилистый узкий фарватер с максимальными глубинами в ложбине до 3–4 м. В озеропадает не менее десятка ручьёв и ключей, в основном с левого, восточного берега. На дне озера имеются выходы подземных вод. На берегах озера, на северной стороне, расположены база отдыха, конный клуб и собачий питомник. По берегам озера и по его ледовому покрову проходят туристические конные, снегоходные и лыжные маршруты.

Несмотря на близость озера к г. Петропавловску-Камчатскому, сведения по ихтиофауне этого водоёма до настоящего времени отсутствуют. В связи

с массовой гибелью обитателей Авачинского залива и ухудшению состояния здоровья посетителей Халактырского пляжа в 2020 г., к оз. Приливному, сток которого находится поблизости, было привлечено особое внимание общественности. Одна из версий, объясняющих гибель животных — возможное влияние стоков с полигона бытовых отходов на берегу озера. Для оценки экосистемы оз. Приливного и возможного влияния его стоков на состояние гидробионтов, обитающих в районе лагуны и вблизи Халактырского пляжа, важны сведения по ихтиофауне этого водоёма.

Материал был собран во время ледостава (начиная с 21 декабря 2022 г.) и после распаления льда весной и в начале лета (по 5 июля 2023 г.). Обловы зимой и летом проводили периодически в одном и том же месте, в приустьевой части ручья, впадающего в озеро (рис. 1). Лов всегда производили в первой половине дня, между 10 и 12 ч местного времени. Глубина озера вблизи устья протоки зимой составляла 0,8–1,5 м, глубина русла ручья в месте лова — 0,8–2,0 м. Температура воды за период исследований колебалась от 0,0 до 1,2 °C у поверхности и от 0,2 до 3,0 °C у дна. Температура воздуха в период зимних исследований изменялась от –18 до –4 °C. В декабре и в марте лов осуществляли в полынье. В январе и феврале полынья замерзала. Толщина льда в месте лова составляла 10–15 см и с конца декабря до начала марта менялась незначительно. В июне и июле лов производили в той же точке, в русле ручья вблизи устья при глубине ручья приблизительно 0,5 м. Температура воды в период лова колебалась от 3,6 до 9,8 °C у поверхности и от 3,6 до 7,2 °C у дна. Температура воздуха в период летних исследований изменялась от 15 до 19 °C.

За период исследований поймано 324 экз. девятиглай и 18 экз. трехглай колюшек. Измеряли полную длину тела (*TL*) — от переднего конца рыла до заднего края плавниковой каймы или до конца средних лучей хвостового плавника и стандартную длину тела (*SL*) — от переднего конца рыла до начала основания средних лучей хвостового плавника. Морфологические и биологические анализы выполняли по общепринятой методике.

По наблюдениям авторов, девятиглая колюшка обитает в озере постоянно. Изучение размерно-возрастного состава девятиглай колюшки в зимний период 2022–2023 гг. представляет особенный интерес, так как обычно ихтиологические исследования проводят в вегетационный период. В период исследований рыба вела себя активно, близко к поверхности не подплывала, недостатка растворённого в воде кислорода не чувствовалось, угнетённого состояния рыбы не наблюдали. У только что выловленных экземпляров верх головы и спина темно-голубоватого цвета, иногда с нечёткими более тёмными поперечными полосами, бока серебристо-белые. На хвостовом стебле имеется слабо выраженный киль из сросшихся костных пластинок.



Рис. 1. Расположение на карте места лова девятииглой колюшки *Pungitius pungitius* в оз. Приливном в декабре 2022 – июле 2023 гг.

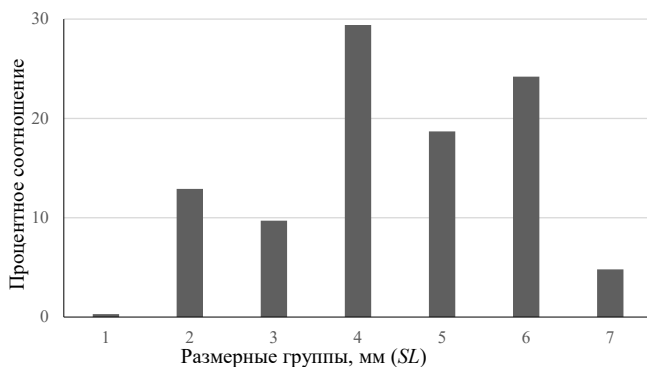


Рис. 2. Соотношение размерных групп (%) девятииглой колюшки *Pungitius pungitius* из оз. Приливного за весь период лова зимой 2002–2003 гг.

Результаты ловов в зимний период показывают, что девятииглая колюшка была многочисленной. Максимальный улов составил 78 (средний улов — 21,3) экз. Полная длина пойманных особей изменялась от 23 до 83 мм, стандартная длина — от 20 до 76 мм. Преобладали рыбы стандартной длиной 41–50 мм, доля их составляла около 30% (рис. 2). Стандартная длина в среднем — 49,9 мм. Несмотря на то, что зимой девятииглая колюшка была многочисленной, летом встречались лишь единичные особи этого вида.

Соотношение полов девятииглой колюшки в период лова было примерно одинаковым с небольшим преобладанием самок, доля которых в отдельных пробах изменялась от 55 до 59%. Доля ювенильных особей

составляла около 30%. В начале зимы ловили самцов и самок, в основном II и III стадий зрелости половых продуктов. В конце зимы большинство половозрелых рыб были на III и IV стадиях зрелости.

В начале зимы встречались в среднем более мелкие экземпляры, чем в конце зимы. Индивидуальная масса девятииглой колюшки изменялась от 0,5 до 2,1 г. Средняя индивидуальная масса составила 1,6 г, средневзвешенная масса — 1,4 г. Летом пойманы всего 2 экз. девятииглой колюшки длиной тела 61 и 66 мм (*SL*), находящихся в посленерестовом состоянии. Между изменениями длины и массы рыб в течение периода лова наблюдалась сходная зависимость. В течение периода наблюдений отмечено увеличение линейных размеров и индивидуальной массы девятииглой колюшки. На рис. 3 показано, что длина рыб, средняя для выборки по датам, увеличивается немного быстрее прироста массы тела, также средней выборки по датам.

Всю зиму девятиглая колюшка хорошо питалась. Средний балл наполнения желудков варьировал от 2,4 до 3,7. Почти всю пищу составляли взрослые особи и молодь бокоплава *Eogammarus kygi* (Derzhavin, 1923). Иногда в небольшом количестве в пищевом комке встречались растительные остатки. В марте интенсивность питания существенно снижалась (средний балл наполнения желудков составлял 0,3–0,5). Зимой паразитические нематоды в полости тела были обнаружены только у одной самки длиной 62 мм (*SL*). У двух экземпляров, пойманных летом, в полости тела обнаружили многочисленных нематод.

Трехиглая колюшка зимой в уловах отсутствовала. Она начала появляться лишь в начале июня. Тело пойманной трехиглой колюшки было полностью покрыто костными пластинами, которых насчитывалось 22–27. На хвостовом стебле пластины переходят в киль. По данным исследователей [Зюганов, 1991], подобное расположение пластин характеризует анадромную морскую форму *trachurus*. Принадлежность к этой форме подтверждает также отсутствие промежутка перед килем у пойманных экземпляров.

Выловленные особи трехиглой колюшки имели длину тела 73–104 мм (*SL*), или 80–113 мм (*TL*). Средняя длина составила 79,6 мм (*SL*) или 88,1 мм (*TL*). Самки были крупнее самцов. Средняя длина (*SL*) самок 81,23 мм, самцов — 76,02 мм. Масса тела пойманных экземпляров изменялась от 4,5 до 13,4 г, при среднем значении 6,4 г.

Самки составляли 2/3 пойманных экземпляров. Большинство рыб имело ярко выраженный брачный наряд. Спина самца синеватого или зеленоватого оттенка, а нижняя часть тела и головы красная. Глаза ярко-синие. Самки обычно имели на спине и боках тела темные поперечные полосы. Нижняя сторона туловища бледно-жёлтая.

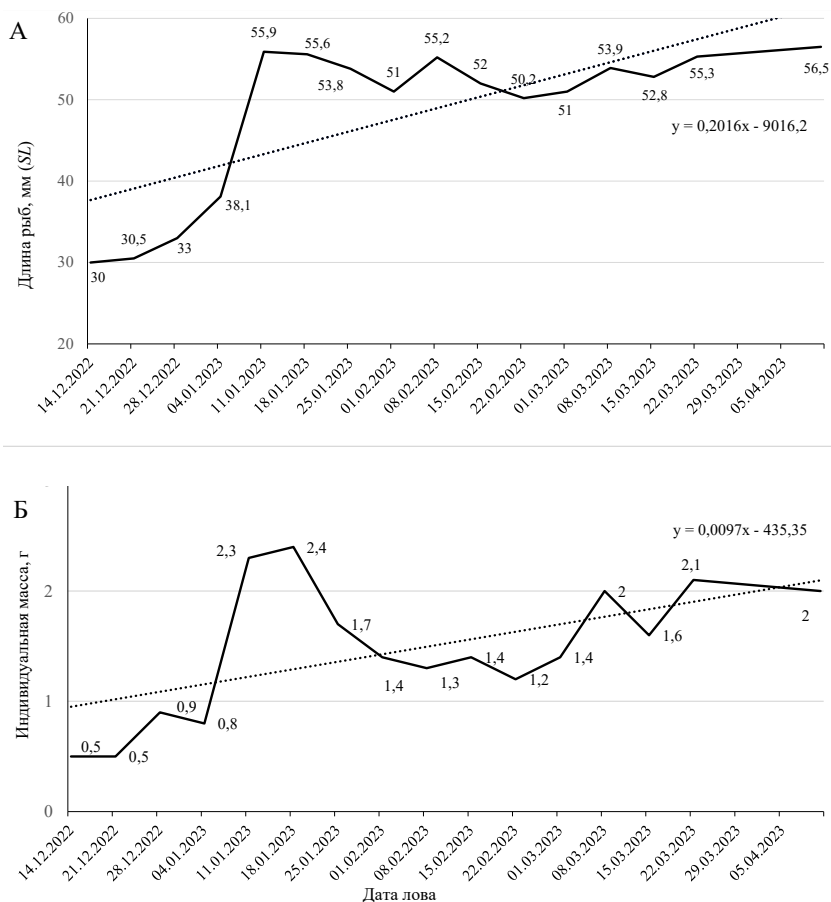


Рис. 3. Размерно-весовой состав девятиглай колюшки *Pungitius pungitius* из оз. Приливногo зимой 2002–2003 гг:

А – размерный состав (мм SL); Б – весовой состав (г) по датам лова

Встречались в основном половозрелые особи III, IV и V стадий зрелости. У самок со зрелой икрой масса гонад варьировала от 0,45 до 2,4 г, составляя в среднем 1,51 г. В ястыках содержались разноразмерные икринки неправильной формы, состоящие из разных порций будущего нереста. Диаметр наиболее крупных икринок — 0,8–2,0 мм. В ястыках насчитывалось от 400 до 500 шт. икринок. У некоторых экземпляров было заметно, что первые порции икры уже выметаны.

В отличие от девятииглой колюшки, трехиглая колюшка в оз. Приливном в весенне-летние месяцы питалась достаточно хорошо. Наполнение желудков чаще было высоким, а состав пищи разнообразным. Средний балл наполнения желудков составил 1,4. В июне рыбы питались более интенсивно, чем в июле (средний балл 2,4 и 1,0, соответственно). Вероятно, проходная форма трехиглой колюшки интенсивно кормится в море и во время нерестового хода в озере, а по мере захода в ручьи на нерест постепенно перестаёт питаться. Рацион трехиглой колюшки составляли гаммариды, мелкие брюхоногие моллюски, икра рыб, мелкие рыбы. Гаммариды, вероятнее всего, принадлежали к повсеместно распространённому в озере и достигающему большой численности виду *E. kygi*. Встреченные в желудках икринки рыб имели диаметр 1,5–1,6 мм. В одном случае икра в желудке представляла собой часть кладки. Скорее всего, икра из желудков трехиглой колюшки принадлежала девятииглой колюшке, которая нерестится раньше и откладывает икру в виде кладок в гнездо, устраиваемое на стеблях подводной растительности. Практически все экземпляры трехиглой колюшки были заражены паразитами. В полости тела встречались круглые черви (тип Nematoda), обычно 1–2 паразита длиной тела 17–20 мм.

Исследования показали, что девятииглая колюшка зимой подходит к устьям ручьёв, а летом держится в основном у дна, и питается придонными беспозвоночными. Трехиглая колюшка, вероятно, в озере постоянно не обитает, представлена проходной формой. Весной и в начале лета заходит на нерест из прибрежных морских участков по протоке, соединяющей озеро с Авачинским заливом. Нерестится летом в ручьях, впадающих в озеро, где и была поймана. Поведение и рост трехиглой и девятииглой колюшек в оз. Приливном свидетельствуют о благоприятных условиях обитания в нем и позволяют исключить причастность этого водоёма к массовой гибели гидробионтов на акватории близлежащего Халактырского пляжа.

## Литература

- Зюганов В. В. 1991. Семейство колюшковых (Gasterosteidae) мировой фауны. — Л.: Наука. — 261 с.
- Токранов А. М. 2004. О «бесчешуйном звере» и других обитателях камчатских вод. — Петропавловск-Камчат.: Изд-во КамчатНИРО. — 152 с.
- Токранов А. М., Паскочина А. А. 2023. Девятииглая колюшка *Pungitius pungitius* из озёр нижнего течения р. Облуковина (Западная Камчатка) // Чтения памяти В. Я. Леванидова. — Вып. 10. — С. 272–279. DOI: 10.25 221/levanidov.10.23



## ГНЕЗДЯЩИЕСЯ ПТИЦЫ ПОЙМЕННОГО ЛЕСА РЕКИ ПАРАТУНКИ (ЮГО-ВОСТОЧНАЯ КАМЧАТКА)

**Э.Р. Духова**

Камчатский филиал Тихоокеанского института географии (КФ ТИГ) ДВО РАН,  
Петропавловск-Камчатский

*Breeding birds of flood-lend forest of Paratunka River (South-Eastern Kamchatka)*

**E. R. Dukhova**

Kamchatka Branch of Pacific Geographical Institute (KB PGI) FEB RAS,  
Petropavlovsk-Kamchatsky

Пойменные леса Камчатки — самое насыщенное видами птиц местообитание полуострова. Здесь же обычно отмечается и самая высокая их численность. При этом в южных районах полуострова плотность населения птиц в пойме, как правило, выше, чем в центральных и, тем более северных.

Одним из постоянных, хотя и не ежегодных мест количественных исследований птиц пойменных лесов являются окрестности посёлков Паратунка и Термальный. Здесь вдоль реки Паратунки и возле её притоков (реки Карымшина, Быстрая, Микижа) мы выполняем учётные работы в течение ряда лет. К сожалению, не ежегодно, так как частым препятствием для этого являются сильные наводнения.

В пойменном лесу, произрастающему вдоль этих рек, основными древесными породами являются ольха волосистая, ива удская, тополь душистый и чозения толокнянколистная. Здесь же встречается черёмуха обыкновенная, боярышник зеленомякотный и бузина камчатская. Также имеются открытые луговые участки, на которых, как и местами под пологом высоких деревьев, хорошо развит кустарниковый ярус, представленный главным образом шиповником тупоушковым, кустарниковыми ивами и таволгой иволистой. Для большей части пойменных лесов Камчатки характерен исключительно развитый травяной ярус, достигающий высоты 3 м. Он создаёт хорошие условия для скрытности птиц. На юго-востоке полуострова высокоотравье формируется в основном за счёт лабазника камчатского, борщевика шерстистого, реброплодника камчатского, крестовника коноплеволистного, морковника лесного, бодяка камчатского и крапивы плосколистной.

Материалы, полученные в результате выполнения учётов птиц в долине р. Паратунки, представлены в таблице 1. Суммарная плотность населения

Таблица 1. Плотность населения гнездящихся птиц (пар/км<sup>2</sup>) в пойменном лесу р. Паратунки и её притоков (реки Карымшина и Быстрая)

Вид	Годы				В среднем	%
	2015	2016	2020	2022		
Зелёный конёк	1,8	–	–	–	0,5	0,1
Камчатская трясогузка	–	–	0,4	3,9	1,1	0,3
Горная трясогузка	–	5,2	2,7	1,3	2,3	0,6
Восточная чёрная ворона	1,8	1,3	0,2	0,3	0,9	0,2
Охотский сверчок	–	–	6,3	–	1,6	0,4
Пеночка-таловка	1,8*	47,4	55,4	76,3	59,7	16,4
Восточная малая мухоловка	78,6	21,1	16,1	39,5	38,8	10,7
Сибирская мухоловка	–	–	7,1	3,9	2,8	0,8
Соловей-красношейка	8,9	5,2	8,9	–	5,8	1,6
Соловей-свистун	10,7*	15,8	43,8	71,1	43,6	12,0
Оливковый дрозд	17,9	21,1	33,0	36,8	27,2	7,5
Ополовник	3,6	–	–	–	0,9	0,2
Пухляк	14,3	13,2	8,0	5,3	10,2	2,8
Поползень	8,9	10,5	7,1	5,3	8,0	2,2
Юрок	21,4	34,2	65,2	55,3	44,0	12,1
Китайская зеленушка	1,8	2,6	8,9	6,6	5,0	1,4
Чечевица	5,4	2,6	25,0	7,9	10,2	2,8
Снегирь	–	–	1,8	1,3	0,8	0,2
Дубонос	1,8	2,6	2,3	–	1,7	0,5
Сизая овсянка	12,5	15,8	24,1	38,2	22,7	6,2
Камышовая овсянка	–	–	8,9	14,5	5,9	1,6
Овсянка-ремез	50,0	47,4	61,6	76,3	58,8	16,2
Обыкновенная кукушка	1,8	1,3	0,2	0,7	1,0	0,3
Глухая кукушка	–	–	1,3	2,6	1,0	0,3
Трехпалый дятел	3,6	–	0,9	–	1,1	0,3
Малый пёстрый дятел	8,9	5,2	8,0	1,3	5,9	1,6
Большой пёстрый дятел	7,1	–	1,8	0,7	2,4	0,7
Всего	262,6	252,5	399,0	449,1	363,5	100

\* Учёты проведены слишком рано для корректного отображения численности, поэтому эти данные не использованы для получения средних показателей.

всех видов колебалась в пределах 252,5–449,1 пар/км<sup>2</sup>. Последний показатель является очень высоким для камчатских лесов. Средняя плотность населения составила 363,5 пар/км<sup>2</sup>. Однако она должна быть заметно выше. Её занижение обусловлено тем, что в 2015 г. учётные работы проведены слишком рано. Большинство гнездящихся в пойме пеночек-галовок и соловьев-свистунчиков ещё не прибыли в места размножения. Оба вида многочисленны, поэтому их отсутствие сильно сказывается на суммарном показателе плотности населения. В 2016 г. учёты были выполнены, наоборот, слишком поздно. Это также снизило суммарную численность гнездящихся птиц, так как некоторые виды оказались учтёнными далеко не полностью, например, восточная малая мухоловка, чечевица, соловей-свистун.

Среди всех видов выделяются 7 многочисленных, плотность населения которых превышает 20 пар/км<sup>2</sup>. Они же являются доминантными (более 10% от суммарной плотности населения), либо субдоминантными (5–10%). Это пеночка-галовка со средней плотностью 59,7 пар/км<sup>2</sup> и долей в населении 16,4%, овсянка-ремез (58,8 пар/км<sup>2</sup> и 16,2%), юрок (44,0 пар/км<sup>2</sup> и 12,1%), соловей-свистун (43,6 пар/км<sup>2</sup> и 12,0%), восточная малая мухоловка (38,8 пар/км<sup>2</sup> и 10,7%), оливковый дрозд (27,2 пар/км<sup>2</sup> и 7,5%) и сизая овсянка (22,7 пар/км<sup>2</sup> и 6,2%).

Для полностью корректного отображения средней плотности населения в лесах Камчатки учёты необходимо проводить два раза за сезон. Первый раз в конце первой декады июня, когда ещё хорошо поют мухоловки, позже они становятся очень скрытными. Однако в это время мы недосчитаем пеночек-галовок и соловьев-свистунчиков, которые прилетают лишь в начале июня. Второй раз учёт нужно проводить во второй половине июня. В это время мы получим корректную плотность для пеночек-галовок и соловьев-свистунчиков и сильно заниженную для восточной малой мухоловки. Именно эти 3 вида имеют самые высокие максимальные показатели плотности населения в пойменном лесу бассейна р. Паратунки — 71,1–78,6 пар/км<sup>2</sup> (табл. 1). Однако выполнение учёта в одном и том же месте дважды за сезон, как правило, не получается, так как подобными работами мы охватываем очень многие районы полуострова.

## ДАННЫЕ ПО МОРФОЛОГИИ ЗАЙЦА-БЕЛЯКА *LEPUS TIMIDUS* L. НА КАМЧАТКЕ (СЕЗОНЫ 2021–2024 гг.)

**С.И. Корнев**

Камчатский филиал Тихоокеанского института географии (КФ ТИГ) ДВО РАН,  
Петропавловск-Камчатский

*Data on the morphology of the white hare *Lepus timidus* L. in Kamchatka  
(2021–2024 seasons)*

**S.I. Kornev**

Kamchatka Branch of Pacific Geographical Institute (KB PGI) FEB RAS,  
Petropavlovsk-Kamchatsky

В 2024 г. нами был продолжен сбор сведений по зайцу-беляку на Камчатке. В течение охотничьего сезона с 1 октября 2023 г. по 28 февраля 2024 г., как и в предыдущие годы, мы собирали сведения об обилии, встречаемости, морфологии зайца-беляка в центральной части п-ова Камчатка. Изучали животных, населяющих склоны вулкана Козельский, парковый каменноберезняк Начикинского перевала, пойменные ольховники и березняки вдоль пойм рек Плотникова, Крымчина и Толмачёва.

По общепринятой методике электронным штангенциркулем DCO120 с точностью до 0,02 мм производили измерения 18 параметров черепа на животных, добытых в течение охотничьего сезона 2023/2024 гг. Промеры черепов зайцев выполняли согласно методикам измерений черепов по Б.А. Кузнецову [1975] и по определителю «Млекопитающие фауны СССР» [1963]. Оценка индивидуальной ошибки 18 измерений черепов зайцев была определена нами в сезон 2021/2022 гг. [Корнев, Нагорнов, 2022]. У добытых зверьков измеряли массу тела, делали промеры черепов. Всего в сезон 2023/2024 гг. было взвешено 42 особи, в том числе 16 самцов и 23 самки (табл. 1, 3), измерено 59 черепов зайцев-беляков (табл. 2, 4).

Кроме того, проводилась корректировка ранее обработанных сведений, в частности измерение кондилобазальной длины черепа (КБД) было повторено и исправлено за сезоны 2021/22 гг. и 2022/23 гг. [Корнев, Нагорнов, 2022; Корнев и др., 2023].

Максимальная масса тела у самцов в сезон 2023/24 гг. составила 3,3 кг, у самок — 3,47 кг, максимальная длина черепа — соответственно, 100,97 и 101,39 мм. Кондилобазальная длина у самцов — 89,17 мм, у самок — 90,35 мм.

Таблица 1. Результаты взвешиваний зайцев-беляков, добытых в сезон 2023/2024 гг.

Пол	N	Масса тела, кг	Ошибка средней, кг
		M ±	m
Самцы	16	3,08	0,07
Самки	23	3,12	0,06

Таблица 2. Результаты измерений черепов зайца-беляка на Камчатке в сезон 2023/2024 гг. (n = 59)

Показатели	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Хср	95,28	84,36	49,01	15,92	16,70	39,49	15,22	31,60	37,57
Ошибка средней	0,43	0,39	0,31	0,11	0,10	0,29	0,15	0,32	0,39

Показатели	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Хср	43,94	4,17	28,09	21,41	5,61	24,99	37,01	9,97	12,28
Ошибка средней	0,28	0,07	0,18	0,19	0,08	0,17	0,16	0,14	0,15

Примечание. 1 – Общая длина черепа (наибольшая длина черепа от края затылочного бугра до края резцов); 2 – Кондилобазальная длина черепа); 3 – Скуловая ширина черепа; 4 – Длина верхнего зубного ряда; 5 – Длина нижнего зубного ряда; 6 – Длина скуловой дуги; 7 – Межглазничное сужение черепа; 8 – Ширина мозгового отдела черепа; 9 – Длина носовых костей; 10 – Боковая длина лицевой части черепа; 11 – Диаметр слухового прохода; 12 – Длина верхней диастемы; 13 – Длина нижней диастемы; 14 – Ширина надглазничного отростка; 15 – Ширина носового отдела черепа; 16 – Слуховая ширина; 17 – Длина верхнего резца; 18 – Длина нижнего резца.

Средняя масса тела зайцев без указания пола в сезон 2023/2024 гг. оказалась несколько выше предыдущих двух сезонов (табл. 3).

Таблица 3. Показатели массы тела зайцев-беляков, добытых в трёх сезонах на Камчатке

Наименование	2021/2022	2022/2023	2023/2024
Взвешено зверей (шт.)	21	44	42
Средний вес	2,87 ± 0,07	2,89 ± 0,06	3,09 ± 0,05
Наибольшая масса тела	3,68	3,85	3,47

Средние показатели трёх измерений черепов зайца-беляка в сезон 2023/2024 гг. оказались чуть выше предыдущих двух сезонов (табл. 4).

Таблица 4. Сравнение измерений черепов зайца-беляка, добытых в трёх сезонах на Камчатке

Наименование	2021/2022	2022/2023	2023/2024
Измерено черепов (шт.)	36	90	59
Об. дл. чрп.	93,25 ± 0,56	92,90 ± 0,36	95,42 ± 0,43
КБД	83,43 ± 0,72	82,70 ± 0,34	84,49 ± 0,40
Ск. ширина	47,89 ± 0,26	47,79 ± 0,21	49,04 ± 0,31

Примечание. Об. дл. чрп. — общая длина черепа (наибольшая длина черепа от края затылочного бугра до края резцов), КБД — кондилобазальная длина черепа, Ск. ширина — скуловая ширина черепа.

Автор выражает благодарность охотникам И. А. Почекутовой и А. А. Нагорнову за помощь в сборе материалов для данной публикации.

## Литература

Корнев С. И., Нагорнов А. А. 2022. Сведения о биологии зайца беляка (*Lepus timidus* L.) на Камчатке в сезон 2021/2022 гг. // Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей: Мат-лы XXIII Междунар. науч. конф. — Петропавловск-Камч.: Камчатпресс. — С. 46–48.

Корнев С. И., Почекутова И. А., Нагорнов А. А. 2023. К биологии зайца-беляка (*Lepus timidus* L.) на Камчатке (сезон 2022–2023 гг.) // Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей: Мат-лы XXIV Междунар. науч. конф. — Петропавловск-Камч.: Камчатпресс. — С. 59–61.

Кузнецов Б. А. 1975. Определитель позвоночных животных фауны СССР. Ч. 3. Млекопитающие. — М.: Просвещение. — 208 с.

Млекопитающие фауны СССР. Ч. 1. Строение черепа и зубов млекопитающих. 1963. / Сост. И. М. Громов, А. А. Гуреев, Г. А. Новиков, И. И. Соколов, П. П. Стрелков, К. К. Чапский, под общ. рук. И. И. Соколова. — М.; Л.: Изд-во АН СССР. — С. 26–33.

## НОВЫЕ ДАННЫЕ ОБ АЛЬГОФЛОРЕ ОЗЕРА ЗЕЛЁНОЕ (ЮГО-ВОСТОЧНАЯ КАМЧАТКА)

**Е. В. Лепская**

Камчатский филиал Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства  
и океанографии (КамчатНИРО), Петропавловск-Камчатский

*New data of algae of Zelenoye Lake (South-Eastern Kamchatka)*

**E. V. Lepskaya**

Kamchatka Branch of Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography  
(KamchatNIRO), Petropavlovsk-Kamchatsky

Озеро Зелёное — популярный рекреационный водоём, который находится недалеко от Вилючинского перевала, и часто посещается как жителями, так и гостями Камчатки. В сентябре 1949 и 1950 гг. известный камчатский учёный лимнолог Е. М. Крохин провёл рекогносцировочное обследование озера, описал морфологию водоёма, сделал промеры глубин, измерил температуру воды и собрал пробы воды для определения биогенного фона, а также пробы планктона [Куренков, 2005].

По данным Е. М. Крохина, озеро представляет собой заполненный водой вулканический кратер, расположенный на высоте около 500 м над уровнем моря. Озеро бессточное, хотя в период активного снеготаяния и подъёма уровня вода из него переливается через шлаковую плотину, образуя эфемерные ручьи. В остальное время вода просачивается через основание плотины и выходит по бортам долины р. Большая Саранная в виде ключей-реокренов. Озеро вскрывается в середине июня, замерзает в конце октября. Основная часть озера мелководна до 1 м. В приплотинной южной части озера глубина достигает 8 м [Куренков, 2005].

Примечательно, что в 1949, 1950 гг. в озере встречался голец *Salvelinus malma* [Куренков, 2005], однако в настоящее время сведений о его обитании в данном водоёме не поступает. Среди туристов озеро считается безрыбным.

В планктоне в те годы И. И. Куренковым были найдены диатомовые водоросли *Asterionella gracillima*, *Fragilaria* sp., *Synedra acus*.

В начале августа 2024 г. в прибрежной зоне оз. Зелёного была собрана проба воды для альгологического исследования. Всего в образце найдено 10 видов водорослей из 3 отделов (табл. 1). Названия видов приведены в соответствие с международной альгологической базой AlgaeBase.

Таблица 1. Список видов водорослей в литоральном образце воды, 4.08.2024

№	Вид
Bacillariophytina (Диатомовые водоросли)	
1	<i>Epithemia adnata</i> (Kützing) Brébisson 1838 (рис. 1.1)
2	<i>Epithemia sorex</i> Kützing 1844 (рис. 1.2)
3	<i>Navicula</i> cf. <i>radiosa</i> Kützing 1844 (рис. 1.3)
4	<i>Nitzschia intermedia</i> Hantzsch ex Cleve & Grunow 1880 (рис. 1.4)
5	<i>Rhopalodia gibba</i> (Ehrenberg) O. Müller 1895 действительный синоним. <i>Epithemia gibba</i> (Ehrenberg) Kützing. (рис. 1.5)
6	<i>Surirella robusta</i> var. <i>splendida</i> (Ehrenberg) Van Heurck 1885 действительный синоним <i>Iconella splendida</i> (Ehrenberg) Ruck & Nakov 2016 (рис. 1.6)
Chlorophyta (Зелёные водоросли)	
7	<i>Eudorina</i> sp. (рис. 2.1)
8	<i>Sphaerocystis planctonica</i> (Korshikov) Bourrelly 1974 (рис. 2.2)
9	Genus sp. (рис. 2.3)
Euglenophyta (Эвгленовые)	
10	<i>Astasia</i> sp. (рис. 2.4)

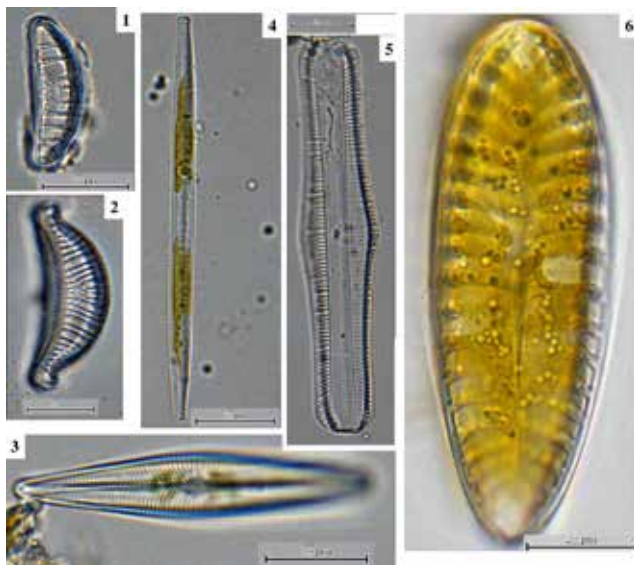


Рис. 1. Диатомовые водоросли в прибрежной зоне оз. Зелёного в августе 2024 г.



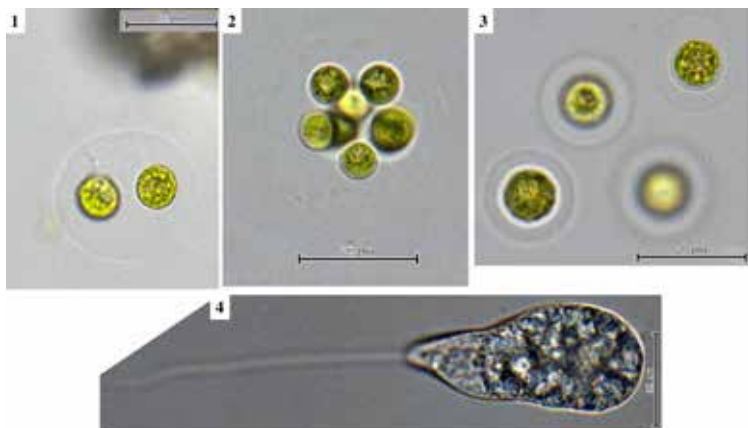


Рис. 2. Зелёные водоросли (1–3) и эвгленовые (4) в прибрежной зоне оз. Зелёного в августе 2024 г.

Автор сердечно благодарен сборщику и доставщику пробы Владу Михайлову.

### Литература

Куренков И.И. 2005. Зоопланктон озёр Камчатки. — Петропавловск-Камч.: Изд-во КамчатНИРО. — 178 с.

## ЕСТЬ ЛИ НА КАМЧАТКЕ РЫБНЫЙ ФИЛИН *KETUPA BLAKISTONI*?

**Е. Г. Лобков**

Камчатский государственный технический университет (КамчатГТУ),  
Петропавловск-Камчатский

*Is there a Blakston's fish owl *Ketupa blakistoni* in Kamchatka?*

**E. G. Lobkov**

Kamchatka State Technical University (KSTU), Petropavlovsk-Kamchatsky

В очерке о рыбном филине (рис. 1) в известном издании «Птицы России и сопредельных регионов: Рябкообразные, Голубеобразные, Кукушкообразные, Совообразные» [Пукинский, 1993] приведены две географические карты (рис. 2, их фотокопии). На них изображены область распространения рыбного филина в России (рис. 65, с. 296) и общий ареал вида (рис. 66, с. 296).

На обеих — помимо хорошо известных районов обитания рыбного филина, подтверждённых фактическим материалом, частью ареала выделена Западная Камчатка от Лопатки до Камчатского перешейка. Практически в границах Западно-Камчатской низменности. Причём на обеих картах она заштрихована как область гнездования [Пукинский, 1993] и внешне, вроде как, хорошо укладывается в конфигурацию очертаний ареала. То есть можно предположить, что это сделано автором не случайно, но намеренно.

Камчатские орнитологи давно знакомы с этой публикацией и не выносили её на публичное обсуждение, зная по многолетнему опыту работы, что оснований к наличию рыбного филина на Камчатке нет и не было никогда,



Рис. 1. Дальневосточный рыбный филин (слева) (Интернет: victoriafoto) и его следы, Приморье (справа) (фото С.Г. Сурмач, ФНЦ биоразнообразия Восточной Азии)

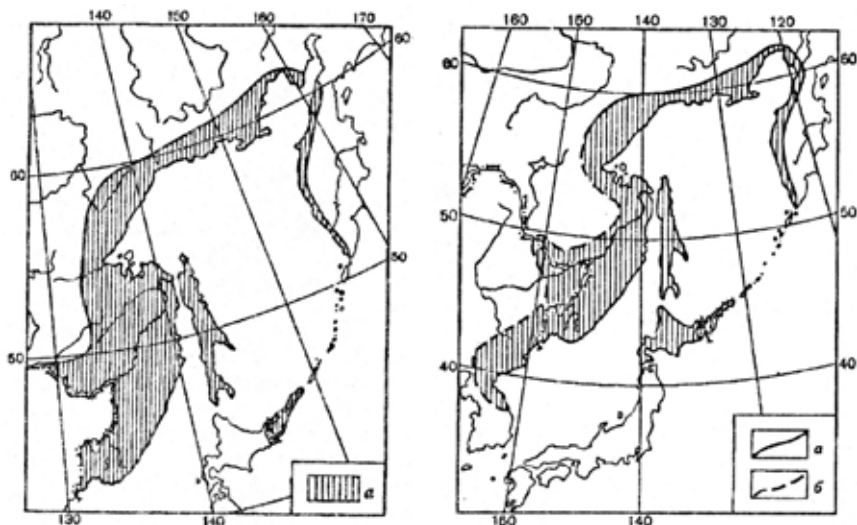


Рис. 2. Область распространения рыбного филина (справа, фотокопия рис. 66: а — граница гнездового ареала; б — недостаточно выясненная граница гнездового ареала) и его ареал в России (слева, фотокопия рис. 65) [Пукинский, 1993, с. 296]

будучи уверенными, что изображение камчатской части ареала рыбного филина на упомянутых картах — просто недоразумение.

Однако текущим летом (июль 2024 г.) ко мне неожиданно обратились организаторы одного из орнитологических туров (в последние годы такие туры на Камчатке становятся всё более популярными) с просьбой провести фототур с рыбным филином. И хотя я объяснил, что этого вида птиц на Камчатке нет, у меня сложилось впечатление, что туристы мне не поверили и остались при своём мнении. При этом я так и не смог с их слов внятно понять — откуда у них информация о рыбном филине на Камчатке.

Очевидно, что необходимо проанализировать ситуацию и охарактеризовать её объективной информацией. Этому посвящено настоящее сообщение, в основе которого — уже опубликованная статья в «Русском орнитологическом журнале» [Лобков, 2024].

**Немного истории.** Юрий Болеславович Пукинский — автор очерка о рыбном филине в упомянутой монографии — один из ярких представителей наших орнитологов ушедшего поколения, и один из лучших знатоков рыбного филина. Вполне понятно, что он со знанием дела взялся за описание этого вида в фундаментальной фаунистической сводке страны. Теоретически можно допустить, что к тому времени у него могла появиться какая-то

информация о рыбном филине на Камчатке, о которой камчатские орнитологи, возможно, не знали. Тогда об этой информации осталось бы какое-то упоминание в тексте очерка. Этого нет. Ни слова. Только карты. Причём на картах границы «камчатской части ареала» показаны схематично, без обоснований и географических привязок. Чего стоит только сплошная штриховка со стороны Магаданской области на п-ов Камчатка через Тайгонос и Пенжинскую губу, т.е. через область, которая по ландшафтному облику (безлесная территория и морской залив) не может быть местом обитания данного вида (рис. 66 в очерке Ю.Б. Пукинского). Схема явно сделана «на глазок», без учёта конкретных фактов.

Надо было как-то понять ситуацию. Данная коллективная монография является одной из хорошо известных в серии «Птицы России и сопредельных регионов». Это — солидное академическое научное издание и, в данном случае, претендует на внесение нового вида в авифауну Камчатки. Причём с указанием на возможность его размножения.

Сразу по выходу в свет упомянутого издания в 1993 г. я обратился с письмом к С.Г. Приклонскому (он являлся ответственным редактором данного тома монографии), с которым был хорошо знаком, и попросил разъяснений. Его ответное письмо, к сожалению, не сохранилось, но Святослав Георгиевич ничего не разъяснил и отослал меня к Ю.Б. Пукинскому. Однако Юрий Болеславович на моё письмо не ответил. Так тогда всё и закончилось. И более мы, камчатские орнитологи, об этой ситуации не вспоминали.

У меня лично тогда сложилось впечатление, что Юрий Болеславович в процессе подготовки очерка о рыбном филине — увлёкся и добавил Западную Камчатку к ареалу в качестве рабочей гипотезы, которая ему показалась вполне допустимой с учётом общей («приохотской») конфигурации значительной части области размножения вида. Может быть, даже в качестве стимула для дальнейших поисков. Жаль только, что он не оставил никаких на этот счёт пояснений. Напиши он об этом, и всё было бы понятно, учитывая слабую изученность границ ареала данного вида, на что, кстати, Юрий Болеславович специально обратил внимание.

**Как же на самом деле обстоит ситуация с рыбным филином на Камчатке?** Никак! Никаких сведений об этом виде в границах Камчатского края (п-ов Камчатка, прилегающие к нему континентальные районы Корьякии и Командорские острова) не было и нет до сих пор. В подтверждение тому — следующий анализ фактов.

1. О рыбном филине нет упоминаний ни в одной из научных публикаций (а их уже около 2 тыс.), в том числе обзорных, по птицам Камчатки со времён Степана Крашенинникова и Георга Стеллера по сегодняшний день. То же относится ко всем известным архивным (проектным) неопубликованным

материалам. То есть за все практически 300 лет профессионального изучения птиц региона нет даже предположительных упоминаний о рыбном филине.

2. Территориальную изученность полуострова Камчатка орнитологами можно признать вполне высокой. Ещё 40 лет назад степень изученности авифауны п-ова Камчатки Ю. А. Исаков [1982], согласно шкале критериев, оценил как «среднюю». Ныне п-ов Камчатка орнитологически изучен ещё более обстоятельно [Лобков и др., 2021].

Конечно, несмотря на хорошую изученность авифауны, мы регистрируем на п-ове Камчатка новых залётных птиц и даже за последние несколько десятилетий впервые установили гнездование ряда видов [Лобков, 2016]. Тому способствует, в частности, почти островное географическое положение Камчатки в одной из самых циклонически активных частей Северной Пацифики. Авифауна Камчатки находится в постоянном развитии [Лобков, 2003]. Но даже с учётом этого трудно предположить, что в регионе с высокой степенью обследования территории орнитологи могли пропустить крупную сову (самого крупного из филинов!), оседлую по образу жизни, экзотическую для региона и обладающую характерными вокальными особенностями.

3. Многолетние (в том числе круглогодичные) работы на территориях ряда ООПТ (Кроноцкий заповедник, природный парк «Вулканы Камчатки», некоторые заказники) также не дали оснований даже к предположениям о возможности обитания рыбного филина. Нигде его просто нет. В том числе в границах таких крупных речных бассейнов Западной Камчатки, как бассейны рек Морошечная, Коль, Большая (включая Плотникову и Быструю) и другие, по которым конкретно есть авифаунистические обзоры по результатам более или менее обстоятельных орнитологических работ.

4. Столетиями на Камчатке важнейшей хозяйственной отраслью являлась промысловая охота. Профессия «охотник-промысловик» была популярна и авторитетна до самого последнего времени. И сейчас, несмотря на её упадок, в связи с отсутствием государственной поддержки и высокими затратами на организацию, она остаётся востребованной. Среди населения Камчатки — более 6% (более 19 тыс. человек) — охотники [Кривенко и др., 2019]. Большинство — любители, члены общественных охотничьих организаций. Но и промысловиков до сих пор не мало.

Вся лесопокрытая площадь Камчатки — это многие десятки охотничьих участков во всех без исключения муниципальных районах края. По всему полуострову, по всем речным бассейнам. Наиболее богатыми охотничьими угодьями были и остаются речные долины, включая старые, высокоствольные, перестойные пойменные леса, которые, как известно, и являются по всему ареалу рыбного филина его местами гнездования.

Надо ли говорить о том, что профессиональные охотники-промысловики, отдавшие своему нелёгкому делу многие годы, если не всю жизнь, в подавляющем своём большинстве — настоящие знатоки биологии животных и неплохо знают региональную фауну зверей и птиц. Их многолетний опыт полевых наблюдений — бесценный «архив» информации. Вот уж кто мог бы непременно услышать или увидеть рыбных филинов в речных долинах Камчатки, если бы этот вид у нас обитал. Потому что больше времени, чем охотники-промысловики, осенью и зимой в лесах мало кто проводит.

Так вот, мне не известно ни одной достоверной информации о рыбном филине от нескольких десятков охотников-промысловиков, с которыми приходилось общаться в течение последних 50-ти лет. Примечательно, что в 2009 г., когда удалось организовать орнитологическую поездку в бассейн Пенжины, что близ границы с Магаданской областью, охотники и лесники из посёлков Каменское, Аянка тут же рассказали нам о встречах с филином, бородатой неясью и длиннохвостой неясью. Они знали этих птиц по многолетнему опыту деятельности на своих охотничьих участках [Лобков, 2011]. В последующем для филина и бородатой неяссы нами были собраны факты о размножении. Так что и охотники Камчатки о рыбных филинах не сообщали.

5. Мог ли рыбный филин жить на Камчатке в эпоху раннего освоения человеком региона? Но позднее по какой-то причине, например, исчез. Теоретически — да. Единственным источником информации в таком случае могут быть археологические стоянки с костным материалом в кухонных отложениях.

Действительно, факты свидетельствуют о том, что в жизни местного (коренного) населения Камчатки птицы издавна занимали важное место, прежде всего в качестве источника пищи. Но не только: из шкурок птиц шили одежду, перья и кости использовали в быту, а некоторые виды птиц представляли ценность в обменных делах. Костные остатки птиц сопровождают кухонные отложения на археологических памятниках из разных районов полуострова Камчатка от Лопатки до о. Верхотурова. На единственной на Камчатке палеолитической стоянке в Ушках (~14 тыс. лет) костных остатков птиц не найдено [Дикова, 1983]. Зато изучены кухонные отложения на археологических памятниках, относящихся к неолиту в эпоху со второго тысячелетия до нашей эры до второго тысячелетия нашей эры, т. е. в течение последних 3–4 тыс. лет. Костей птиц на таких стоянках меньше, чем костных остатков морских зверей (6–38% на разных стоянках) [Савицкий, Пташинский, 1999; Крылович и др., 2006]. Но этого вполне достаточно, чтобы сделать вывод о том, что добыча птиц коренным населением не была случайной. Выделено 66 видов птиц [Верещагин, Николаев, 1979;

Бурчак-Абрамович и др., 1987; Савинецкий, Пташинский, 1999; Савинецкий, 2002; Крылович и др., 2006; а также неопубликованные результаты А.В. Пантелеева, 2009–2010 гг., ЗИН РАН]. Это — порядка 19,02% всей известной на сегодняшний день авифауны региона, включая мигрирующих и залётных птиц (347 видов). Без мелких воробьеобразных, которые, судя по всему, были менее привлекательными объектами для добычи, эта доля ещё более значительна — порядка 32% авифауны. Создаётся впечатление, что аборигены употребляли в пищу практически всех птиц, которые были доступны им для добычи на суше и на водоёмах и привлекательны по размерам. Среди костного материала — все самые крупные и среднего размера камчатские птицы, не зависимо от того, размножаются они на п-ове Камчатка, или только бывают на кочевках и миграциях. Из водных — это альбатросы, лебеди, гуси, гагары, утки, чайки, чистиковые; из сухопутных — каменный глухарь, орланы, куропатки, ворон, чёрная ворона и многие другие виды. Наземные птицы размером от «дроздов» и меньше не обнаружены. Водные и околородные птицы преобладают, что может объясняться образом жизни людей у побережья и в устьях рек.

Будь раньше на Камчатке рыбный филин, местные жители добывали бы его, как одну из самых крупных птиц (до 70 см), и костные остатки этого вида были бы обнаружены в кухонных отложениях. Но нет находок как на восточной, так и на западной Камчатке.

**Заключение.** На Камчатке нет фактов или даже сколько-нибудь обоснованных предположений, свидетельствующих о возможности обитания рыбного филина на протяжении неолита, включая современную эпоху. Карты с обозначениями камчатской части ареала этого вида в очерке Ю.Б. Пукинского [1993] следует признать просто гипотезой.

Можно попробовать анализировать известную информацию С.П. Крашенинникова с позиции «а вдруг здесь речь идёт о рыбном филине?». Дело в том, что С.П. Крашенинников — единственный, кто указал на наличие на Камчатке филина. Именно филина. Их, мол, «...много там...» [Крашенинников, 2018, статья 3, с. 259] и при этом отдельно указал на филинов и сов. Не смешивая их. Учёные, комментировавшие информацию С. Крашенинникова для последующих изданий его «Описания земли Камчатки» (Л.А. Портенко, академик Л.С. Берг и др.), ограничивались указанием на трудность идентификации. Говорить было не о чем, поскольку С. Крашенинников ничего не пояснил. Может быть, сам эту птицу не видел, но собрал информацию от местных жителей. Указание С.П. Крашенинникова было и остаётся загадкой. На п-ове Камчатка филина действительно нет, он известен только для лиственничников верхней части бассейна Пенжины [Лобков и др., 2021]. И обосновали его наличие там недавно.

Само название «филин» в отечественной литературе — давнишнее, народное, охотничье. Ко времени работы Второй Камчатской экспедиции учёные-натуралисты отчётливо знали эту птицу, почти панпалеарктическую по распространению. В 1758 г. под латинским названием «*Strix Bubo*» этот вид привёл в своей «Systema Nature» Карл Линней, заложивший основы биологической систематики. Впоследствии вид стал трактоваться как «*Bubo bubo*». С рыбным филином ситуация иная. Оценка его систематического положения, научные названия (*Strix*, *Bubo*, *Ketupa*) — целая история. Он относится к группе так называемых «рыбных сов» (в современной трактовке род «*Ketupa*»). Упоминания о «рыбных совах» также относятся к XVIII в., но произошло это, видимо, не ранее 1788 г., причём учёные узнали о них по находкам из южных стран (Цейлон, Индия и др.). О северных «рыбных совах», к которым относятся дальневосточные рыбные филины, орнитологи заговорили лишь в XIX в. В это время, да и позднее, в начале XX столетия (см., например, фундаментальную сводку «Птицы палеарктической фауны» Эрнста Хартерта [Hartert, 1912–21]), дальневосточные рыбные филины нередко рассматривались в том числе в рамках всё того же рода «Филин» («*Bubo*»). Что, если упоминание Степаном Петровичем филина для Камчатки относится к рыбному филину? Маловероятно. Но... кто знает. Оба вида — самые крупные совы, оба по облику — несомненно, филины. Конечно, всё это — лишь рассуждения, не более того. Никаких фактических подтверждений тому нет.

Можно ли допустить появление рыбного филина на Камчатке в будущем? Вероятно, отрицать этого нельзя (хотя бы теоретически), в связи с глобальными климатическими трендами и многочисленными примерами изменений в распространении отдельных видов животных и целых фаунистических комплексов. Подходящие места обитания для рыбного филина на Камчатке есть, и кормовая база — тоже есть (все камчатские реки — лосоसेвые). Но пока ничего не свидетельствует о том, что такой процесс начался.

## Литература

Бурчак-Абрамович Н.И., Лобков Е.Г., Пономаренко А.К. 1987. К изучению исторического прошлого авифауны Камчатки // Бюл. МОИП. Отд. биол. — Т. 92. — Вып. 3. — С. 42–53.

Верещагин Н.К., Николаев А.И. 1979. Промысловые животные неолитических племён Камчатки // Бюл. МОИП. Отд. биол. — Т. 84. — Вып. 5. — С. 40–44.

Дикова Т.М. 1983. Археология Южной Камчатки в связи с проблемой расселения айнов. — М.: Наука. — 231 с.

Исаков Ю.А. 1982. Состояние изученности авифауны СССР // Птицы СССР. История изучения. Гагары, поганки, трубноносые. — М.: Наука. — С. 208–227.



Кривенко В.Г., Валенцев А.С., Герасимов Ю.Н., Кириченко В.Е., Кузнецов А.В., Слодкевич В.Я., Ткаченко Е.Э. 2019. Охотничьи животные Камчатского края (состояние ресурсов, охрана и рациональное использование). — Петропавловск-Камч.: Камчатпресс. — 238 с.

Крашенинников С.П. 2018. Описание земли Камчатки. — Петропавловск-Камч.: Новая книга. — 922 с.

Крылович О.А., Васюков В.Д., Пташинский А.В. 2006. Остеологический материал из археологического памятника острова Верхотурова (северо-восток п-ва Камчатка) // Динамика современных экосистем в голоцене: Мат-лы Рос. науч. конф. — М.: Тов-во науч. изд. КМК. — С. 122–127.

Лобков Е.Г. 2003. Птицы Камчатки (география, экология, стратегия охраны): Дис. ... д-ра биол. наук в виде науч. докл. — М.: МПГУ. — 60 с.

Лобков Е.Г. 2011. Птицы бассейна реки Пенжины // Орнитология. — Т. 36. — М.: МГУ. — С. 39–102.

Лобков Е.Г. 2016. Птицы — недавние вселенцы на Камчатку: судьба популяций // Рус. орнитол. журн. — Т. 25. — Экспресс-вып. № 1272. — С. 1281–1294.

Лобков Е.Г. 2024. О рыбном филине *Ketupa blakistoni* на Камчатке // Русс орнитол. журн. — Т. 33. Экспресс-вып. № 2446. — С. 3486–3493.

Лобков Е.Г., Герасимов Ю.Н., Мосалов А.А., Коблик Е.А. 2021. Птицы Камчатки и Командорских островов. Полевой определитель. — М.: Изд-во «Перо». — 422 с.

Пукинский Ю.Б. 1993. Рыбный филин — *Ketupa blakistoni* (Seebohm, 1884) // Птицы России и сопредельных регионов: Рябкообразные, Голубеобразные, Кукушкообразные, Совеобразные. — М.: Наука. — С. 290–302.

Савинецкий А.Б. 2002. Гусеобразные побережья и островов Берингова моря в голоцене (по результатам археозоологических исследований) // Казарка. — № 8. — С. 169–197.

Савинецкий А.Б., Пташинский А.В. 1999. Промысловая добыча приморских жителей Камчатки // Биол. и охрана птиц Камчатки. — Вып. 1. — М.: МГУ. — С. 109–111.

Hartert E. 1912–1921. Die Vögel der paläarktischen Fauna. Band II. — Berlin. Vderlag von R. Friedländer & Sohn. — 1764 p.

## РАЗНООБРАЗИЕ ГОЛЬЦОВ (*SALVELINUS*, SALMONIDAE) В ОЗЁРАХ МЕДВЕЖЬЕМ И ВЕРХНЕ-АВАЧИНСКОМ: МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ И ТРОФОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ

**Н.О. Мельник**

Камчатский государственный университет (КамГУ) им. Витуса Беринга,  
Петропавловск-Камчатский  
Институт проблем экологии и эволюции (ИПЭЭ) им. А.Н. Северцова РАН, Москва

*Variation of charrs (Salvelinus, Salmonidae) in Lake Medvezhye and  
Lake Verkhne-Avachinskoe: morphological and trophic aspects*

**N.O. Melnik**

Vitus Bering Kamchatka State University (KamSU), Petropavlovsk-Kamchatsky  
A.N. Severtsov Institute problems of Ecology and Evolution RAS, Moscow

**Введение.** Феномен видообразования в отсутствии географических барьеров является ключевой темой современной эволюционной биологии и описан для различных таксонов. Этот процесс, известный как диверсификация по пути экологического видообразования, характеризуется быстрым расхождением единой предковой группы на два и более новых вида/формы, которые по-разному осваивают окружающую среду. Несмотря на значительные достижения в понимании этого явления, многие аспекты остаются недостаточно изученными. В частности, изучение параллелизмов в эволюционных процессах, предполагающих конвергентные изменения на морфологическом и экологическом уровнях, представляют значительный интерес для науки.

Голец-мальма *Salvelinus malma* является одной из наиболее показательных моделей для изучения экологического видообразования среди позвоночных животных. Этот вид демонстрирует высокую экологическую пластичность, проявляющуюся в освоении различных условий обитания. В обычных условиях мальма ведёт проходной образ жизни, питаясь в пресноводных экосистемах преимущественно бентосными организмами. Однако при наличии благоприятных кормовых условий и незанятых трофических ниш мальма может переходить к оседлому образу жизни, что зачастую сопровождается процессами диверсификации. Одним из направлений диверсификации является освоение пелагической зоны озёр и переход на питание рыбой, что влечёт за собой значительные морфологические изменения, включая модификации ротового аппарата и формы тела.

Камчатка, являющаяся центром происхождения мальмы, представляет собой уникальную естественную лабораторию для исследования путей диверсификации этого вида. Здесь наблюдается максимальное разнообразие экологических форм гольцов и случаев их образования. Именно на Камчатке обнаружены: крупнейший пучок видов среди лососей (8 форм озера Кроноцкое); дивергенция в экосистеме минимального размера (площадью 0,25 км<sup>2</sup>); случаи независимого возникновения рыбоядных форм в речной экосистеме [Markevich, Esin, 2019].

В то же время этот регион изучен не полностью. Исследования Маркевича и соавторов [2011] показали, что в озёрах Верхне-Авачинском и Медвежьем в желудках половины проанализированных особей мальмы были обнаружены сеголетки нерки *Oncorhynchus nerka*. Это указывает на возможность диверсификации, однако иных сведений о популяциях гольцов этих озёр не имеется. Озёра Медвежье и Верхне-Авачинское — крупные, по камчатским меркам, водоёмы (1,24 и 1,64 км<sup>2</sup>, соответственно). Оба озера имеют ледниковое происхождение и имеют глубину около 40 м. Озеро Медвежье расположено выше Верхне-Авачинского и соединено с ним протокой длиной 5 км при перепаде высот 92 метра. В оз. Медвежье нерестится нерка, поднимающаяся через оз. Верхне-Авачинское из р. Средняя Авача. Молодь нерки нагуливается в обоих водоёмах.

Цель данного исследования — проверить гипотезу о диверсификации гольцов в озёрах Медвежье и Верхне-Авачинское по пути экологического видообразования, оценить уровень параллелизма в морфологической и экологической дивергенции.

**Материалы и методы.** Материалы для исследования были собраны в течение полевых сезонов с 2022 по 2024 г., в июле и августе. Для отлова рыб использовали жаберные сети с размером ячеи от 15 мм до 45 мм с шагом в 10 мм, а также спиннинги. Отловы проводились на глубинах от 0 до 40 м, при этом сети устанавливали на свалах, охватывая весь диапазон глубин как в центральных частях озёр, так и в их оконечностях. Каждую пойманную рыбу фотографировали для дальнейшего анализа с использованием метода геометрической морфометрии. Затем в программе TPSdig v.2.1 на каждой фотографии были расставлены 20 меток. Метки были расставлены по видимым костным структурам (края костей, основания плавников и т.д.). Для минимизации изометрических искажений конфигурации меток были преобразованы в прокрустово пространство в программе MorphoJ v.1.07. Общие различия измеренной формы тела между группами были получены с помощью дисперсионного анализа прокрустовой метрики (Procrustes ANOVA), визуализация различий проведена при помощи анализа канонических корней и выявление консенсусной формы тела в этой же программе.

После отлова проводили неполное паразитологическое вскрытие с целью учёта количества и видового состава паразитов, чьими промежуточными хозяевами являются пищевые объекты гольцов. Помимо этого, качественно анализировали содержимое желудков, определяли пол и стадию половой зрелости особей, а также подсчитывали количество жаберных тычинок.

Для рыб из озера Верхне-Авачинского был проведён анализ стабильных изотопов азота и углерода, для чего отбирали пробы спинной мускулатуры. Масс-спектрометрический анализ проб проводился в Центре коллективного пользования «Инструментальные методы в экологии» ИПЭЭ РАН. Изотопный состав выражался в тысячных долях отклонения (‰) от стандарта.

Пойманные рыбы были разделены на две категории: хищники и бентофаги. Хищников отличали по визуально по более выраженному озублению и характерной пелагической окраске.

Для оценки межгрупповых различий использовалась программа GraphPad Prism 8. Общая неоднородность оценивалась с помощью теста Краскела-Уоллиса, с уточнением попарных различий при помощи теста Данна.

**Результаты.** В озере Верхне-Авачинском было отловлено 42 хищных гольца и 149 бентосоядных, в озере Медвежьем — 55 и 126 особей, соответственно. Среди паразитов обнаружены *Philonema oncorhynchi*, *Cystidicola farionis*, *Eubothrium salvelini*, *Diphyllbothrium* spp., *Crepidostomum* spp. и *Cucullanus truttae*. Последний в связи с низкой встречаемостью (<5%) не был включён в дальнейший анализ.

При анализе питания наиболее часто встречаемыми пищевыми объектами (частота встречаемости >5%) оказались: рыба — молодь нерки (*O. nerka*), имаго воздушных насекомых, личинки и куколки хирономид (Chironomidae), олигохеты (Oligochaeta), гаммарусы (Gammaridae). Реже встречались двустворчатые моллюски рода *Pisidium*, ручейники (Trichoptera) и водяные клещи (Hydrachnida), которые были отнесены к категории «прочее».

Хищные гольцы обоих озёр были значительно крупнее ( $p < 0,05$ ) бентосоядных рыб. Средние значения массы и длины хищников составили 533 г и 38 см, тогда как у бентофагов эти показатели составляли 130 г и 22 см, соответственно. Кроме того, у хищников было достоверно большее количество жаберных тычинок (22,3 против 19,5 у бентофагов,  $p < 0,05$ ). В оз. Медвежьем хищники оказались крупнее, чем в оз. Верхне-Авачинском (670 г и 40 см против 395 г и 35 см,  $p = 0,008$ ). Размеры бентофагов в обоих озёрах статистически не различались ( $p = 0,09$ ). Соотношение самцов и самок среди хищников составило 1:1, тогда как у бентофагов самок было в 1,8 раза больше.

Анализ паразитов показал, что хищные гольцы существенно отличались от бентосоядных не только наличием *Diphyllbothrium* spp., характерных для рыбоядных форм, но и по степени заражённости другими паразитами.

У хищников была выше заражённость *E. salvelini*, однако ниже инвазия *C. farionis*, *P. oncorhynchi* и *Crepidostomum* spp. (рис. 1а). Также и хищники, и бентофаги в оз. Медвежьем оказались более заражёнными по сравнению с рыбами из оз. Верхне-Авачинского.

Частота встречаемости пищевых объектов варьировалась между хищниками и бентофагами. У хищников преобладали рыба и имаго насекомых, однако в оз. Верхне-Авачинском значительную часть их рациона составляли хирономиды, чего не наблюдалось у хищников в оз. Медвежьем. У бентофагов рыба никогда не обнаруживалась в рационе; наиболее часто встречались гаммарусы и хирономиды (рис. 1б).

Анализ стабильных изотопов азота показал, что хищники (среднее значение  $\delta^{15}\text{N}$  — 7,41‰, диапазон 3,08–10,45‰) достоверно отличались (Т-тест,  $p < 0,001$ ) от бентофагов (среднее значение  $\delta^{15}\text{N}$  — 9,12‰, диапа-

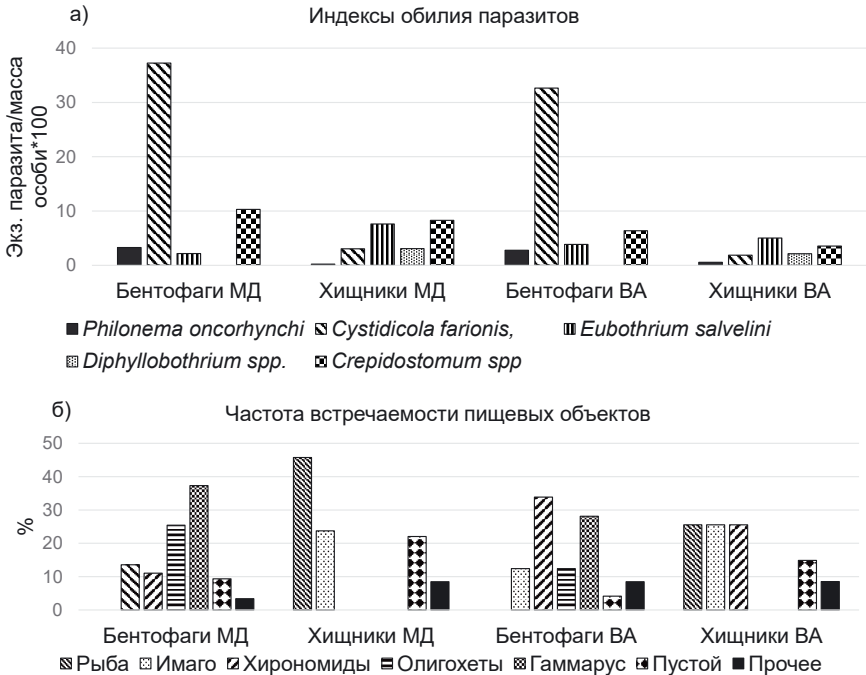


Рис. 1. Сравнение трофоэкологических особенностей гольцов оз. Медвежьего (МД) и оз. Верхне-Авачинского (ВА): а) индексы обилия паразитов чьими промежуточными хозяевами являются пищевые объекты гольцов; б) частота встречаемости пищевых объектов (доля особей, имеющая в желудках тот или иной пищевой объект)

зон 6,53–11,04‰). Разница в 2,5‰ между группами свидетельствует о переходе на следующий трофический уровень. Анализ стабильных изотопов углерода показал, что хищники (среднее значение  $\delta^{13}\text{C}$  — 22,88‰, диапазон 20,39–25,62‰) также достоверно отличались (Т-тест,  $p < 0,001$ ) от бентофагов (среднее значение  $\delta^{13}\text{C}$  — 20,36‰, диапазон 14,20–27,88‰). Значительный разброс значений среди бентофагов подтверждает разнообразие их трофической базы и указывает на значительный разброс кормовых объектов по глубине.

Анализ морфологических данных с использованием программы MorphoJ подтвердил значительную неоднородность выборок. Результаты Procrustes ANOVA для четырёх выборок показали высокую статистическую неоднородность ( $F_{1,57} = 9,74$ ,  $p < 0,0001$ ). Прокрустовы дистанции между бентофагами из двух озёр (0,086) оказались в три раза меньше, чем между хищниками и бентофагами (0,240). Прокрустова дистанция между хищными гольцами озёр Медвежье и Верхне-Авачинское составила 0,180.

В пространстве канонических корней хищники чётко отделились от бентофагов по первому каноническому корню, на который пришлось 65% общей дисперсии (рис. 2а). Основные морфологические различия касались размеров и формы головы, а также положения плавников. Сравнение консенсусных форм тела (рис. 2б) показало, что у хищных гольцов голова и челюсти длиннее, рот конечный, относительно меньший глаз, а плавники сдвинуты ближе к хвосту. Степень выраженности этих различий была более заметной

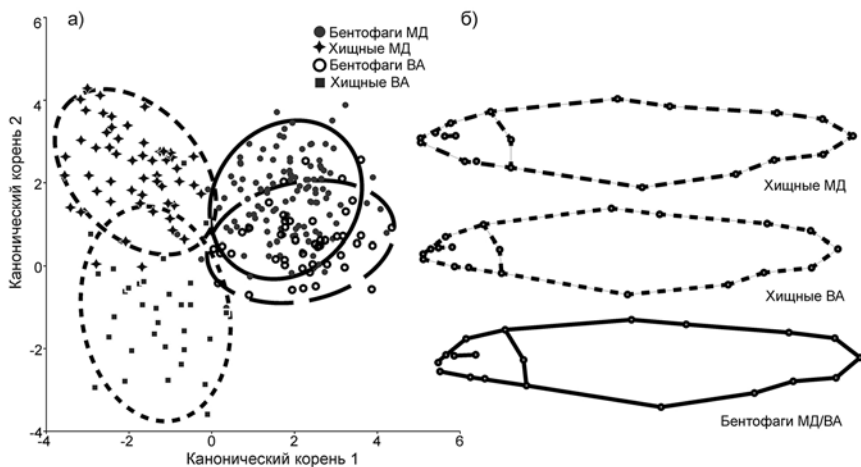


Рис. 2. Морфологические особенности гольцов оз. Медвежьего (МД) и оз. Верхне-Авачинского (ВА): а) положение выборок в пространстве главных канонических корней; б) сравнение консенсусных форм тела хищных

при сравнении хищных рыб из оз. Медвежьего с бентофагами, чем при сравнении хищников и бентофагов оз. Верхне-Авачинского.

**Обсуждение.** Результаты настоящего исследования убедительно демонстрируют существование параллельной экологической специализации гольцов в озёрах Медвежье и Верхне-Авачинское. Дивергенция проявляется в значительной морфологической и трофической разнице между хищными и бентосоядными формами. Существенные различия в размерах тела, строении ротового аппарата и количестве жаберных тычинок указывают на адаптацию хищных форм к более высокому трофическому уровню. Это подтверждается данными анализа стабильных изотопов азота и углерода, которые указывают на различия в питании между хищниками и бентофагами. Наблюдаемые морфологические изменения могут рассматриваться как классический пример диверсификации по оси пелагиаль-бенталь, аналогичный другим случаям экологического видообразования у представителей рода *Salvelinus*.

Хищные гольцы, обитающие в озёрах Медвежьем и Верхне-Авачинском, по своим морфологическим и паразитологическим характеристикам сходны с известными формами гольцов из озёр Кроноцкого и Азабачьего, где возникновение аналогичных фенотипов также связано со специализацией на пелагической добыче, такой как кокани (жилая форма нерки) и колюшка [Esin et al., 2020, 2022]. Это в очередной раз подтверждает существование универсальных механизмов видообразования.

Особо интересным является тот факт, что, несмотря на сходные экологические условия в озере Медвежье различия между хищной и бентосоядной формой выражены сильнее, чем в озере Верхне-Авачинское. Это, вероятно, указывает на то, что миграция и обмен генетическим материалом между популяциями гольцов двух озёр минимальны, а их эволюционная история независима. В то же время снижение пищевой специализации хищных гольцов в озере Верхне-Авачинское может быть связано с более низкой численностью нерки, что, в свою очередь, может быть результатом повышенной антропогенной нагрузки на экосистему этого водоёма.

Таким образом, исследование подтверждает гипотезу о диверсификации гольцов в озёрах Медвежьем и Верхне-Авачинском по пути экологического видообразования, демонстрирует параллельность эволюционных процессов в сходных условиях. В будущем необходимо провести генетический анализ для более детального понимания механизмов дивергенции, а также углублённые исследования трофической экологии для выявления скрытых связей между морфологическими, паразитологическими и экологическими особенностями различных форм гольцов.

Автор благодарен Г.Н. Маркевичу, Д.В. Зленко, Е.В. Есину за помощь в сборе и осмыслении материала.

Работа выполнена в рамках Межведомственной комплексной программы научных исследований Камчатского полуострова и сопредельных акваторий на 2024–2026 гг., а также при поддержке РФФ (грант № 23-74-01124).

## Литература

Маркевич Г.Н., Лепская Е.В., Исаев В.А., Бонк Т.В., Свириденко В.Д., Чебанова В.В., Введенская Т.Л. 2011. Природные условия, микрофлора и фауна Верхне-авачинских озёр (Камчатка) // Изв. ТИНРО. — Т. 164. — С. 312–329.

Esin E. V., Bocharova E. S., Borisova E. A., Markevich G. N. 2020 Interaction among morphological, trophic and genetic groups in the rapidly radiating *Salvelinus* fishes from Lake Kronotskoe // *Evol. Ecology*. — Vol. 34. — No. 4. — P. 611–632.

Esin E. V., Melnik N. O., Markevich G. N. 2022. Life history variation as a source of diversity for endemic white charr (*Salmonidae*) of the lower Kamchatka River // *J. Fish Biology*. — Vol. 101. — No. 4. — P. 914–924.

Markevich G., Esin E. 2019. Trout and char of Russia // *Trout and char of the World* (Ed. J.L. Kershner, J.E. Williams, R.E. Gresswell, J. Lobón-Cerviá). — Amer. Fish. Soc. — P. 603–658.



## БЕЛОБЕРЁЗОВЫЕ ЛЕСА И РЕДКОЛЕСЬЯ ОЛЮТОРСКОГО РАЙОНА КОРЯКСКОГО ОКРУГА

**В.Ю. Нешатаева\***, **К.И. Скворцов\***, **М.Е. Никчемный\***, **В.Е. Кириченко\*\***

\*Ботанический институт им. В.Л. Комарова (БИН) РАН, Санкт-Петербург

\*\*Камчатский филиал Тихоокеанского института географии (КФ ТИГ) ДВО РАН,  
Петропавловск-Камчатский

*White-birch forests and open-forests in Olyutorsky District of Koryak Region*

**V. Yu. Neshataeva\***, **K. I. Skvortsov\***, **M. E. Nikchemnyi\***, **V. E. Kirichenko\*\***

\*Komarov Botanical Institute RAS, St. Petersburg

\*\*Kamchatka Branch of Pacific Geographical Institute (KB PGI) FEB RAS,  
Petropavlovsk-Kamchatsky

В июле-августе 2024 г. полевой отряд Ботанического института им. В.Л. Комарова РАН продолжил геоботанические исследования в Олюторском р-не. В долинах р. Вывенка и её правых притоков — рек Тапельваям, Хаилиноваям, Кайлуловаям, а также р. Пахача и её левых притоков — р. Этеткин и руч. Припойменный обследованы рощи берёзы плосколистной, не указанные в литературе и отсутствующие в материалах лесоустройства.

Берёза плосколистная (*Betula platyphylla* Sukacz. (syn.: *B. japonica* Winkler, *B. kamtschatica* (Regel) Jansson ex Vassil.), называемая в литературе берёзой белой, широко распространена на Дальнем Востоке; встречается также в континентальных районах севера Камчатского края и юга Чукотского АО. Её сообщества распространены в центральной долине Камчатки, отмечены в удалённых от побережий районах юга и востока полуострова [Нешатаева, 2009]. На юге Чукотского АО белоберёзовые рощи указаны для среднего течения рек Майн, Ваега и Анадырь [Стариков, Дьяконов, 1955]. На севере Корякского округа берёза белая встречается в Пенжинском р-не: в долинах рек Пенжина, Белая, Оклан, Пальматкина, Таловка [Тихомиров, 1935; Neshataev et al., 2020]. В середине 1950-х гг. при аэровизуальном обследовании лесов Олюторского р-на в верхнем течении р. Апукваям, близ устья р. Млётываям была обнаружена белоберёзовая роща [Стариков, Дьяконов, 1955], которую в 2016 г. удалось обследовать О.А. Чернягиной и В.Е. Кириченко. В 2021 г. нами впервые обследованы белоберёзовые рощи в долинах рек Кайлуловаям и Майнгылуловаям [Скворцов и др., 2022].

**Природные условия районов исследований.** Реки Тапельваям, Хаилиноваям, Кайлуловаям и Майнгылуловаям — правые притоки р. Вывенки,

крупнейшей реки Олюторского р-на (длина 395 км). Вывенка вытекает из оз. Горного в юго-восточных отрогах Ветвейского хр. и впадает в залив Корфа Берингова моря. Долина р. Вывенки шириной до 20 км ограничена с запада Ветвейским хр., с востока — отрогами Пылгинского хр. Реки Тапельваям, Хаилиноваям, Кайлуловаям и Майнгылуловаям берут начало в восточных отрогах Ветвейского хр., протекают по Вывенской низменности и впадают в р. Вывенку в её среднем течении. Река Этеткин и руч. Припойменный — левые притоки р. Пахачи, берут начало в северо-западных отрогах Пахачинского хр. и впадают в р. Пахача в её верхнем течении (рис. 1).

По климатическому районированию Камчатского края [Кондратюк, 1974] территория исследований относится к району Корякского нагорья Северной подобласти Камчатской климатической области. Климат района континентальный, что обусловлено экранированием воздушных масс Берингова моря окружающими хребтами. Зима продолжительная (около 230 дней). Средняя  $t^{\circ}$  января  $-22^{\circ}\text{C}$ . Лето короткое, прохладное (средняя  $t^{\circ}$  июля  $+10-12^{\circ}\text{C}$ ). Продолжительность вегетационного периода менее 100 дней. Среднегодовое количество осадков 500–600 мм, большая часть выпадает зимой.

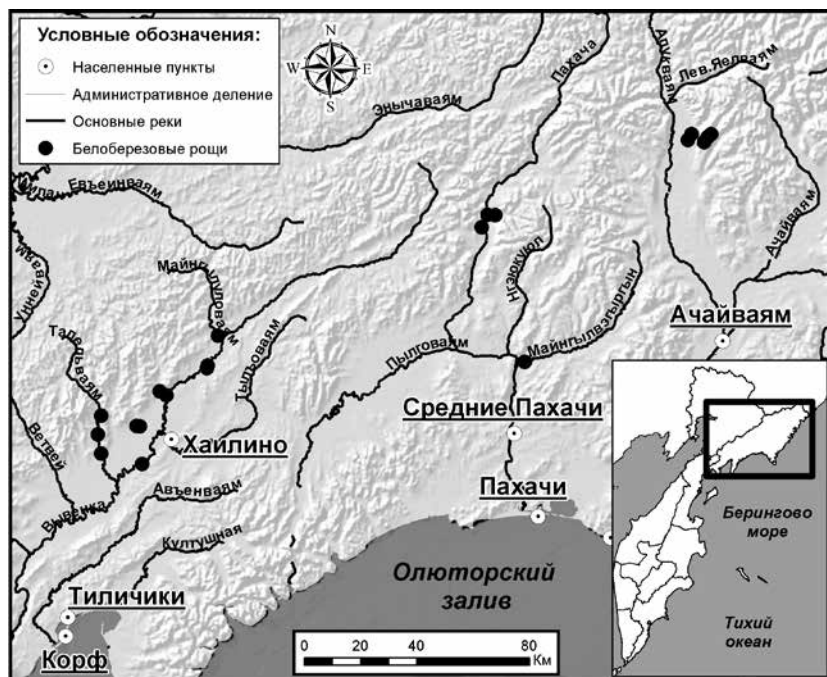


Рис. 1. Район исследований

**Методы исследований.** Выполнено 19 геоботанических и таксационных описаний белоберезняков на пробных площадях размерами 20×20 м. Инструментальную таксацию древостоя проводили с использованием рулетки, бура Пресслера и оптического высотомера. На пробных площадях проводили перечёт древостоя, определяли высоту каждого дерева и окружность ствола на высоте 1,3 м; учитывали подрост по грациям высот. Для определения возраста были выбраны модельные деревья *Betula platyphylla* со средними морфометрическими показателями; возрастные керны отбирали на высоте 1,3 м. На пробных площадях выполняли детальные геоботанические описания с выявлением полного видового состава сообществ и оценкой проективного покрытия каждого яруса и каждого вида, включая сосудистые растения, мохообразные и лишайники. Выполнены три морфологических описания почвенных разрезов глубиной до 0,5 м.

**Результаты и обсуждение.** Берёза плосколистная в Олюторском районе образует редкостойные леса (сомкнутость крон 0,3–0,6) и редколесья (сомкнутость 0,2–0,3) в долинах рек, удалённых от влияния Берингова моря. Фитоценозы приурочены к средним и высоким надпойменным террасам. Микрорельеф слабоволнистый, с чередованием плоских приподнятых участков и небольших понижений; иногда встречаются ложбины временного стока или сухие русла бывших проток глубиной до 1,0 м.

В древостоях *Betula platyphylla* встречаются ива Бебба (*Salix bebbiana*), изредка — ольха пушистая (*Alnus hirsuta*), тополь душистый (*Populus suaveolens*) и ива удская (*Salix udensis*). На пробной площади в среднем насчитывается 24 ствола берёзы плосколистной (600 шт./га). Средняя высота деревьев составляет 10 м, максимальная 16 м. Средний диаметр 17 см, максимальный 41 см. Возраст берёз составляет 70–80 лет. Во втором ярусе древостоя обычна ива Бебба высотой 5–6 м. Сомкнутость её крон до 0.1. Подрост берёзы и ивы Бебба порослевой, редкий.

Ассоциация *Betuletum platyphyllae fruticoso-varioherbosum* — белоберезняк кустарниково-разнотравный. Сомкнутость древостоя 0,3–0,6. В хорошо развитом подлеске (сомкнутость 0,3–0,6) преобладают жимолость сизая (*Lonicera caerulea*) и шиповник тупоушковый (*Rosa amblyotis*), встречаются смородина печальная (*Ribes triste*), реже — лапчатка кустарниковая (*Potentilla fruticosa*), спирея иволистная (*Spiraea salicifolia*), можжевельник сибирский (*Juniperus sibirica*). В травяном ярусе (проективное покрытие 20–40%) преобладает вейник пурпурный (*Calamagrostis purpurea* s.l.), иногда обильны осоки (*Carex pallida*, *C. falcata*, *C. sordida*) или хвощ луговой (*Equisetum pratense*); встречаются *Aconogonon tripterocarpum*, *Anthriscus sylvestris*, *Aruncus dioicus*, *Cacalia hastata*, *Chamaenerion angustifolium*, *Equisetum arvense*, *Galium boreale*, *Geranium erianthum*, *Iris setosa*, *Lagedium*

*sibiricum*, *Mertensia pubescens*, *Moehringia lateriflora*, *Poa nemoralis*, *P. pratensis*, *Polemonium campanulatum*, *Ptarmica camtschatica*, *Pyrola incarnata*, *Ranunculus monophyllus*, *Rubus arcticus*, *Saussurea oxyodonta*, *Tanacetum boreale*, *Thalictrum minus*, *T. sparsiflorum*, *Trientalis europaea*, *Trisetum sibiricum*, *Urtica angustifolia*, *Veratrum oxysepalum*, *Viola epipsiloides* и др. Моховой ярус развит слабо (покрытие 1–3%); мхи встречаются на валеже, приствольных повышениях, реже на почве и ветоши трав. С покрытием 1–2% встречаются *Hylocomium splendens*, *Pleurozium schreberi*, *Sanionia uncinata*, отмечены также *Ptilidium pulcherrimum*, *Rhytidium rugosum*, *Dicranum montanum*, *Pyloisia polyantha*, *Plagiothecium laetum* и др. (табл. 1).

Ассоциация *Betuletum platyphyllae hylocomioso-fruticosum* — белоберезняк зеленомошно-кустарничковый. Сомкнутость древесного яруса 0,3–0,4. В разреженном подлеске (сомкнутость 0,1–0,2) встречаются жимолость сизая, шиповник иглистый (*Rosa acicularis*), смородина печальная, ива Крылова (*Salix krylovii*), кедровый стланик (*Pinus pumila*), берёза Миддендорфа (*Betula middendorffii*), лапчатка кустарничковая, можжевельник сибирский. В травяно-кустарничковом ярусе (проективное покрытие 20–40%) обильна голубика (*Vaccinium uliginosum*), константны кустарнички *Vaccinium vitis-idaea*, *Ledum palustre* s.l., *Empetrum nigrum* и злаки *Elymus kronokensis*, *Poa arctica*, *Bromopsis pumPELLIANA*, *Festuca altaica*. Отмечены также *Aconitum delphiniifolium*, *Pyrola incarnata*, *Equisetum pratense*, *Carex pallida* и др. Моховой ярус хорошо развит (покрытие 10–20%); мхи встречаются на валеже, прикомлевых повышениях, на почве и ветоши. С покрытием 5–10% встречаются *Hylocomium splendens* и *Pleurozium schreberi*, отмечены также *Polytrichum commune*, *P. juniperinum* и др. (табл. 1).

Таблица 1. Диагностическая таблица ассоциаций белоберёзовых лесов Олюторского района

Ассоциации	<i>Betuletum platyphyllae fruticoso-varioherbosum</i>	<i>Betuletum platyphyllae hylocomioso-fruticosum</i>
<b>Древостой, сомкнутость</b>	<b>0,4</b>	<b>0,3</b>
<i>Betula platyphylla</i>	V	V
<i>Salix bebbiana</i>	V	V
<b>Подлесок, покрытие, %</b>	<b>30</b>	<b>15</b>
<i>Lonicera caerulea</i>	V	V
<i>Ribes triste</i>	V	V
<i>Potentilla fruticosa</i>	IV	IV
<i>Rosa acicularis</i>	III	III

Продолжение табл. 1

Ассоциации	<i>Betuletum platyphyllae fruticoso-varioherbosum</i>	<i>Betuletum platyphyllae hylocomioso-fruticosum</i>
<i>Juniperus sibirica</i>	III	IV
<i>Spiraea salicifolia</i>	II	III
<i>Rosa amblyotis</i>	III	I
<i>Pinus pumila</i>	III	V
<i>Betula middendorffii</i>	II	IV
<i>Salix krylovii</i>	I	IV
<b>Травяно-кустарничковый ярус, %</b>	<b>30</b>	<b>30</b>
<i>Calamagrostis purpurea</i> s.l.	V	V
<i>Chamerion angustifolium</i>	V	V
<i>Equisetum pratense</i>	V	V
<i>Galium boreale</i>	V	V
<i>Rubus arcticus</i>	V	V
<i>Carex pallida</i>	V	V
<i>Geranium erianthum</i>	IV	V
<i>Pyrola incarnata</i>	IV	V
<i>Thalictrum minus</i>	IV	IV
<i>Mertensia pubescens</i>	III	II
<i>Festuca altaica</i>	III	IV
<i>Moehringia lateriflora</i>	IV	II
<i>Trisetum sibiricum</i>	IV	I
<i>Equisetum arvense</i>	III	I
<i>Cacalia hastata</i>	III	
<i>Carex sordida</i>	III	
<i>Trientalis europaea</i>	III	
<i>Thalictrum sparsiflorum</i>	II	
<i>Veratrum oxysepalum</i>	II	
<i>Aruncus dioicus</i>	II	
<i>Aconogonon tripterocarpum</i>	II	
<i>Carex falcata</i>	II	

Окончание табл. 1

Ассоциации	<i>Betuletum platyphyllae fruticoso-varioherbosum</i>	<i>Betuletum platyphyllae hylocomioso-fruticososum</i>
<i>Bromopsis pumPELLIANA</i>	III	V
<i>Aconitum delphiniifolium</i>	II	IV
<i>Poa arctica</i>	II	V
<i>Elymus kronokensis</i>	I	V
<i>Vaccinium uliginosum</i>	II	V
<i>Vaccinium vitis-idaea</i> s.l.	I	V
<i>Empetrum nigrum</i>	I	IV
<i>Ledum palustre</i> s.l.	I	IV
<b>Моховой ярус, покрытие, %</b>	<b>3</b>	<b>15</b>
<i>Hylocomium splendens</i>	V	V
<i>Sanionia uncinata</i>	V	I
<i>Dicranum majus</i>	II	
<i>Pleurozium schreberi</i>	I	III
<i>Polytrichum commune</i>	I	III
<i>Polytrichum juniperinum</i>	I	III

Под белоберезняками формируются подбуры грубогумусированные супесчаные, на глубине свыше 0,5 м подстилаемые песчано-галечными отложениями. Почвенный профиль имеет следующее строение: **О** — **АО** — **ВН** — **С**.

**О**, 0–7 см. Травяно-лиственный подстилочный горизонт бурой окраски, рыхлый, слаборазложившийся, свежий, переход резкий;

**АО**, 7–9 см. Коричневый, порошистый, рыхлый, супесчаный, свежий, корней много, переход постепенный;

**ВН**, 9–49 см. Светло-коричневый, мелкокомковатый, плотноватый, супесчаный, свежий, корней мало (в основном корни берёз), переход резкий.

**С**, 49–55 см. Серый с коричневато-серыми затеками, плотноватый, галька слабо окатанная 3–5 см в диаметре — 80%, супесь серая — 20%; свежий, корней нет.

**Заключение.** Получены новые данные о распространении сообществ формации *Betuleta platyphyllae* на территории Олюторского р-на. Впервые обследованы несколько роц из берёзы плосколистной в долинах рек Вывенка и Пахача. Приведена геоботаническая характеристика белоберезняков,

отнесённых к двум ассоциациям эколого-фитоценотической классификации: *Betuletum platyphyllae fruticoso-varioherbosum* — белоберезняк кустарниково-разнотравный, и *Betuletum platyphyllae hylocomioso-fruticosum* — белоберезняк зеленомошно-кустарничковый. Леса и редколесья из белой берёзы развиваются в долинах крупных рек, изолированных от влияния воздушных масс Берингова моря. Они приурочены к современным надпойменным террасам с нормально дренированными супесчаными почвами, подстилаемыми галечниками. В растительном покрове района исследований белоберезняки являются аazonальной внепоясной формацией. От камчатских сообществ формации белоберезняки Северной Корякии отличаются редукцией флористического состава. В Олюторском р-не белоберёзовые леса и редколесья встречаются редко; их общая площадь составляет около 2 тыс. га. Сообщества берёзы плосколистной Северной Корякии представляют ботанико-географический интерес.

**Благодарности.** Авторы выражают благодарность к.б.н. В.В. Якубову (ФНЦ Биоразнообразия ДВО РАН) за помощь в определении гербарных образцов сосудистых растений. Работа поддержана Российским научным фондом (РНФ): грант № 23–27–00202.

## Литература

- Кондратюк В.И. 1974. Климат Камчатки. — М.: Гидрометеиздат. — 204 с.
- Нешатаева В.Ю. 2009. Растительность полуострова Камчатка. — М.: КМК. — 537 с.
- Скворцов К.И., Нешатаева В.Ю., Нешатаев В.Ю., Якубов В.В., Кузьмина Е.Ю., Кириченко В.Е. 2022. Новые данные о распространении берёзы плосколистной (*Betula platyphylla* Sukacz.) в Олюторском районе Корякского округа (Камчатский край) // Тр. Карельского науч. центра РАН. — № 1. — С. 89–97. DOI: 10.17076/bg1531
- Стариков Г.П., Дьяконов П.Н. 1955. Леса Чукотки. — Магадан: кн. изд-во. — 122 с.
- Тихомиров Б.А. 1935. Краткий очерк долинной растительности Пенжинского района // Тр. ДВ филиала АН СССР. Сер. Бот. — Т. 1. — С. 85–112.
- Neshatayev V. Yu., Neshataeva V. Yu., Kirichenko V.E. 2020. Phytogeographical boundaries between Stone-birch and White-birch forests in the North of the Koryak Region // IOP Conf. Ser.: Earth and Environ. Sci. — Vol. 574 (1). — P. 1–10. DOI: 10.1088/issn.1755-1315

## ЕСТЕСТВЕННАЯ ШИРИНА ПЧЕЛИНЫХ ЯЧЕЕК В СОТАХ МЕДОНОСНОЙ ПЧЕЛЫ *APIS MELLIFERA* В УСЛОВИЯХ КАМЧАТКИ

**П. П. Снегур**

Камчатский филиал Тихоокеанского института географии (КФ ТИГ) ДВО РАН,  
Петропавловск-Камчатский  
Камчатский научно-исследовательский институт сельского хозяйства, Сосновка,  
Камчатский край

*Natural width of comb cells of honey bee *Apis mellifera* in Kamchatka*

**P.P. Snegur**

Kamchatka Branch of Pacific Geographical Institute (KB PGI) FEB RAS,  
Petropavlovsk-Kamchatsky  
Kamchatka Research Institute of Agriculture, Sosnovka, Kamchatka Krai

Медоносные пчёлы *Apis mellifera* в естественных условиях строят соты, различающиеся своими ячейками. Условно выделяют три типа ячеек: пчелиные, трутневые и переходные. Кроме того, развитие пчелиных маток происходит в маточниках (в отдельных очень крупных ячейках), число которых в гнезде составляет обычно всего от нескольких штук до нескольких десятков. Рабочие особи развиваются только в пчелиных ячейках, трутни — в более крупных, трутневых (в норме). Запасы мёда аккумулируются пчелиной семьёй в любых ячейках, за исключением маточников. Пыльцу пчёлы складывают, как правило, в пчелиные ячейки.

Поскольку пространство вокруг пчелиной семьи при жизни в естественной среде должно быть насыщено трутнями, пчёлы стремятся строить много трутневых сотов. Но в культурном пчеловодстве это может быть оправданно только в случае, если такая семья используется в племенных целях (как отцовская). Для получения же продукции необходимо создавать условия, при которых семья выращивает большое количество рабочих особей, и гнездо должно состоять в основном из пчелиных сотов.

Уже на протяжении более ста лет во всём мире для содержания и разведения пчёл используется искусственная вошина (листы из воска с отпрессованными на них с двух сторон донышками ячеек шестиугольной формы). Этот материал закрепляется на рамках, помещаемых в ульи, и служит основанием для отстройки на нём полноценных сотов. Применение искусственной вошины во многом обеспечивает технологичность современного



пчеловодства, поскольку это позволяет не только ускорять процесс отстройки пчелиного гнёзда, но и создавать его требуемую структуру.

Согласно действующему в настоящее время межгосударственному стандарту [ГОСТ 21180–2012], пчелиная вощина имеет размер между сторонами ячейки  $5,40 \pm 0,05$  мм. Но в естественных условиях диаметр пчелиных ячеек в сотах, отстроенных роями, имеет достаточно выраженную географическую изменчивость. Живущие на севере пчёлы, как правило, строят более крупные ячейки, по сравнению с южными. Так, по данным Н.М. Глушкова [1962], в центрально-европейской части нашей страны ширина ячейки в среднем за несколько лет составила 5,43 мм, на юге Европейской части — 5,25 мм. В Сибири величина показателя достигала 5,55 мм, а на юге Дальнего Востока — 5,43 мм.

Следует заметить, что в названном ГОСТе допускается возможность по согласованию изготовителя с потребителем производить вощину с ячейками укрупнённых размеров (до 5,60 мм) для пчёл среднерусской породы районов Сибири.

На Камчатке, несмотря на постоянное присутствие здесь пчеловодства на протяжении более чем трёх десятилетий, определения ширины ячеек, отстраиваемых пчёлами без использования искусственной вощины, не проводилось. Но если учесть большую специфичность для медоносной пчелы природных условий полуострова, данный вопрос заслуживает внимания.

Естественных поселений медоносной пчелы на Камчатке пока не обнаруживалось, хотя на многих пасеках каждый год в открытую среду улетают пчелиные рои. Тем не менее возможность встретить гнёзда, которые пчёлы начинают строить самостоятельно, иногда возникает. Дело в том, что в местных условиях почти каждое лето все пчелиные семьи проходят через роевой процесс, и в каждой происходит смена матки на новую. Иногда после брачного облёта молодая матка по чётко неустановленным пока причинам не возвращается непосредственно в корпус улья, а заходит в смежное пространство, например, под крышку улья, или под леток. Она привлекает к себе достаточно большое количество рабочих особей, и в результате образуется самостоятельная пчелиная семья, которая начинает строить отдельное гнездо.

Источником материала послужила пасека, где более 30 лет «в себе» разводятся дальневосточные пчёлы. С 2015 г. нами было собрано пять таких гнёзд, которые состояли из 1–3 небольших пчелиных сотов (на начальном этапе развития пчелиной семьи трутневые соты не строятся). В методических пособиях для измерения диаметра ячейки рекомендуется определять расстояние отрезка из десяти-двадцати последовательно расположенных ячеек, после чего находится среднее [Бондаренко, 1981]. Поскольку соты были небольшого размера и частично деформированы с краёв, в ряды

измерения входило от 3 до 15 ячеек. Промеры осуществлялись с помощью электронного штангенциркуля (рис. 1). Всего было использовано 10 сотов, в каждом из них было измерено по 10 рядов ячеек.

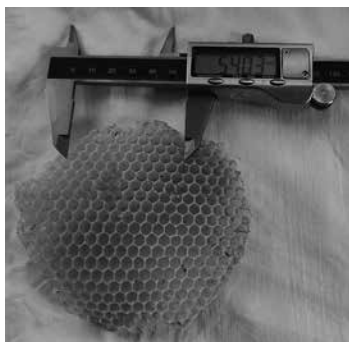


Рис. 1. Измерение ширины одного ряда пчелиных ячеек

Полученные данные представлены в таблице 1. Средняя ширина ячейки в общем составила 5,49 мм, т.е. несколько больше принятого (по умолчанию) размера на искусственной вошине. Но отдельно по каждому соту средняя величина варьирует от 5,38 до 5,71 мм, а общий размах находится в пределах от 5,30 до 5,90 мм ( $R = 0,60$  мм).

Таблица 1. Данные измерений ширины ячеек пчелиных сотов, отстроенных пчёлами без искусственной вошины, в условиях Камчатки

№ сота	Размеры сота, мм	Среднее число ячеек в ряду измерения, шт.	Средняя ширина ячейки, мм	Размах вариации ширины ячейки по разным рядам, мм
1	41×42	4,1	5,55	5,48–5,67
2	29×51	4,2	5,45	5,41–5,54
3	40×71	7,5	5,38	5,32–5,45
4	36×81	7,7	5,47	5,32–5,59
5	49×90	6,1	5,71	5,50–5,90
6	27×67	7,3	5,52	5,32–5,64
7	40×96	9,3	5,40	5,32–5,50
8	61×95	10,2	5,41	5,31–5,58
9	73×125	10,2	5,57	5,48–5,59
10	104×110	10,8	5,41	5,30–5,49
В среднем			5,49	5,30–5,90

А.Г. Маннапов с соавторами [2014] отмечают, что пчелиные семьи среднерусской породы, живущие в бортях и колодах, в весеннее время максимальное количество пчелиного расплода выращивают в ячейках диаметром 5,24 мм, летом — 5,34–5,48 мм и осенью — 5,34–5,58 мм. В наших наблюдениях не фиксировались факторы, которые могли бы оказать влияние на размер признака, поэтому трудно делать какие-либо предположения для объяснения полученной картины. Но очевидно, что в условиях Камчатки крайние значения выше, чем приводимые в литературе. Уровень изменчивости также имеет больший диапазон.

Настоящее исследование носит характер предварительного. Вопрос о ширине пчелиной ячейки, соответствующей биологическим потребностям медоносных пчёл на Камчатке, остаётся пока открытым. Для продолжения работы и получения более точных данных следует помещать ранние выходящие рои в полостях типа колод, а в конце сезона переселять их в рамочные ульи и изучать отстроенные гнёзда.

### Литература

- Бондаренко Н.В.* 1981. Практикум по пчеловодству. — Л.: Колос. — 176 с.
- Глушков Н.М.* 1962. Спутник пчеловода. — М.: Сельхозиздат. — 320 с.
- ГОСТ 21180-2012.* Межгосударственный стандарт. Вощина. Технические условия. 2013. — М.: Стандартинформ. — 7 с.
- Маннапов А.Г., Редькова А.Г., Симоганов Н.А.* 2014. Влияние геометрии вошины на биологические параметры пчёл // Пчеловодство. — № 10. — С. 14–16.

# РЕЗУЛЬТАТЫ МОНИТОРИНГА ГЕЛЬМИНТОЗНЫХ ИНВАЗИЙ КАМЧАТСКОГО СОБОЛЯ В ОХОТУГОДЬЯХ МИЛЬКОВСКОГО И ЕЛИЗОВСКОГО РАЙОНОВ КАМЧАТСКОГО КРАЯ С 1952 ПО 2024 г.

**Н. А. Транбенкова**

Камчатский филиал Тихоокеанского института географии (КФ ТИГ) ДВО РАН,  
Петропавловск-Камчатский

*The results of monitoring of helminthic infestations of Kamchatka sable in hunting grounds  
of the Milkovsky and Yelizovsky Districts of the Kamchatka territory from 1952 to 2024*

**N. A. Tranbenkova**

Kamchatka Branch of Pacific Geographical Institute (KB PGI) FEB RAS,  
Petropavlovsk-Kamchatsky

Регулярное отслеживание заражённости камчатского соболя массовыми и некоторыми обычными видами гельминтов продолжается с начала 60-х годов прошлого века в ходе изучения биологии, экологии и регуляции промысла этого ценного пушного представителя семейства куньих. С 1980 г. стало возможным целенаправленное изучение его условно редких и очень редких видов гельминтов. До конца 1990-х годов оно проводилось Камчатским отделением Всесоюзного НИИ охотничьего хозяйства и звероводства им. Б.М. Житкова (КО ВНИИОЗ) и к настоящему времени продолжается лабораторией экологии животных (ЛЭЖ) КФ ТИГ ДВО РАН. В итоге собран достаточно большой материал, необходимый для изучения многолетней динамики наиболее распространённых гельминтозных инвазий соболя в 7 районах полуостровной части Камчатского края (п-ова Камчатка) за 60–70 летний период, начиная с 1952–1966 г.

В связи с тем, что наблюдения по заражённости этого хищника раньше всего, в 1952 и 1953 г., начались в охотничьих угодьях двух административных районов южной половины п-ова Камчатка — Мильковского и Елизовского, собранные там материалы, с позиции анализа долговременных изменений, являются наиболее информативными.

Районы граничат между собой, образуя довольно протяжённую единую территорию, от Срединного хребта до Тихоокеанского побережья, разделённую отрогами Восточного хребта. Крайние северные точки обоих находятся в пределах одной широты 55°50' с.ш. (Мильковский) и 55°10' с.ш. (Елизовский), южные точки, соответственно, на 50°52' и 53°52' с.ш. За счёт

многообразия рельефа, влияния акватории Тихого океана на прибрежные зоны и климатических особенностей, совокупная территория обоих районов отличается большим многообразием биотопов и микробиотопов — местообитаний беспозвоночных и мелких позвоночных — промежуточных и резервуарных хозяев гельминтов соболя. Обеспечивая тем самым определённый уровень и динамику его заражённости этими паразитами.

По материалам гельминтологических вскрытий 3809 тушек соболя, добытых к 2024 г. за 67 сезонов промысла в охотничьих угодьях Мильковского района, и 2792 тушек за 61 сезон в Елизовском, здесь рассмотрены некоторые результаты анализа многолетней изменчивости заражённости этого хищника в осенне-зимний период массовыми, обычными и условно редкими видами гельминтов. В качестве критериев выделения этих групп использована ежегодная периодичность обнаружения и значения экстенсивности инвазии (ЭИ – процент заражённых зверьков от числа исследованных) у соболей при условии вскрытия порядка 30 тушек [Транбенкова, 2006].

К массовым мы относим 2 вида нематод — *Soboliphyme baturini* Petrow, 1930 и *Baylisascaris devosi* Sprent 1968, отмечающихся у этого хищника ежегодно и нередко с высокими показателями заражённости. Первая из них локализуется в желудке. Она отмечена у соболя и некоторых других хищных только на полуострове. В Мильковском районе средняя ежегодная экстенсивность инвазии (ЭИ) *S. baturini* к 2022 г. составила 29,2%, в Елизовском 45,2%. Нематода кишечника *B. devosi* распространена на территории всего края. В Мильковском районе её средняя ежегодная ЭИ составила 28,7%, в Елизовском 18,6%

Обычными паразитами соболя мы считаем 4 вида. Они встречаются в большинстве районов края ежегодно, иногда с разрывом в 1 и редко в 2 года. Это паразитирующие в трахее и бронхах зверьков предположительно два вида нематод рода *Crenosoma*. В Мильковском районе ими заражены в среднем 11,8%, в Елизовском 13,2. Ещё один паразит лёгких — нематода *Thominx aerophilus* (Creplin, 1839) Skrjabin et Schikhobalova, 1954 отмечена у соболей этих районов с ЭИ, соответственно, 17,7% и 10,3%. А также цестода *Taenia martis* (Zeder, 1803) Freeman, 1956, локализуемая в тонком кишечнике зверьков. Её средняя ЭИ в Мильковском районе составила 14,0%, в Елизовском 8,2%.

К условно редким относятся 5 видов: нематоды *Filaroides martis* (Werner, 1782), *Capillaria putorii* (Rudolphi, 1819), Travassos, 1915, *A. simplex* Dujardin, 1845 larvae, *Trichinella nativa* Britov et Boev, 1972 и цестода *Mesocostoides kirbyi* Chandler, 1944. Первая паразитирует в лёгких, вторая в желудке, остальные в тонком кишечнике. Причём *T. nativa* остаётся в кишечнике не долго, только на время интенсивного размножения, которое у одной и той же генерации паразита длится недели. Затем многие годы, иногда на протяжении всей жизни хозяина, её личинки остаются инкапсулированы в мышечной

ткани хозяина. Интервалы между их обнаружением могут составлять от 1 до 3 лет и даже больше. Средние значения ЭИ *F. martis* в Мильковском районе составили 3,4%, в Елизовском 3,8%. У остальных видов этот показатель колеблется от 0,15 до 1,8%.

Величина средней многолетней ЭИ каждого из массовых видов в рассматриваемых районах отличается приблизительно в полтора раза (1,55–1,54). То есть этот показатель у *S. baturini* в Елизовском районе в полтора раза выше, чем в Мильковском, а у *B. devosi* наоборот. Что указывает на относительно постоянную вероятность заражения соболя этими паразитами, обусловленную в том числе их высокой собственной численностью и её устоявшейся многолетней динамикой. Эту особенность «поведения» обоих массовых видов гельминтов хорошо иллюстрируют графики с накоплением (Exel) их среднегодовых значений ЭИ в каждом рассматриваемом районе (рис. 1, 2).

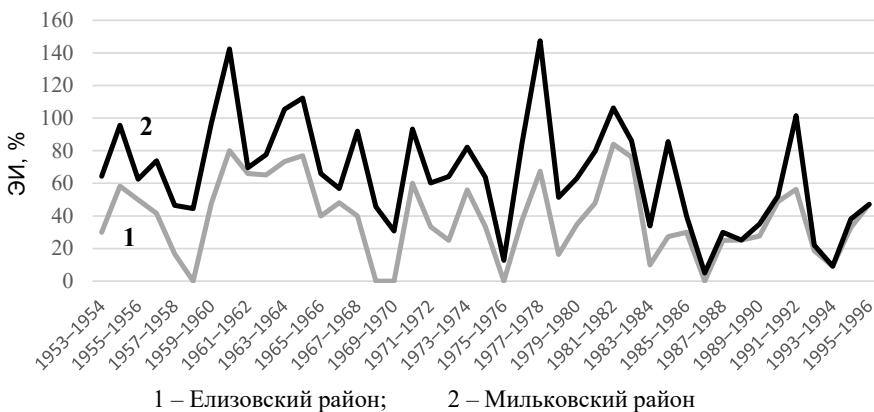


Рис. 1. Динамика среднегодовой ЭИ *S. baturini* у соболей Елизовского (1) и Мильковского (2) районов с 1953 по 1996 г.

Каждое последующее изменение величины этих значений рассматривается в рамках ежегодной динамики их суммы в течение всего периода наблюдения. Что также позволило получить более наглядное представление о корреляции показателей заражённости соболей тем или другим паразитом на соседних территориях Мильковского и Елизовского районов.

Коэффициент корреляции среднегодовых значений ЭИ *S. baturini* в обоих районах по шкале Чеддока соответствует слабой положительной связи и равен  $r = 0,33$ . Коэффициент корреляции среднегодовых ЭИ *B. devosi* равен  $r = 0,47$ , т. е. связь заметная, положительная. Иногда значение коэффициента  $r$  от 0,3 до 0,5 трактуется как «умеренная связь».

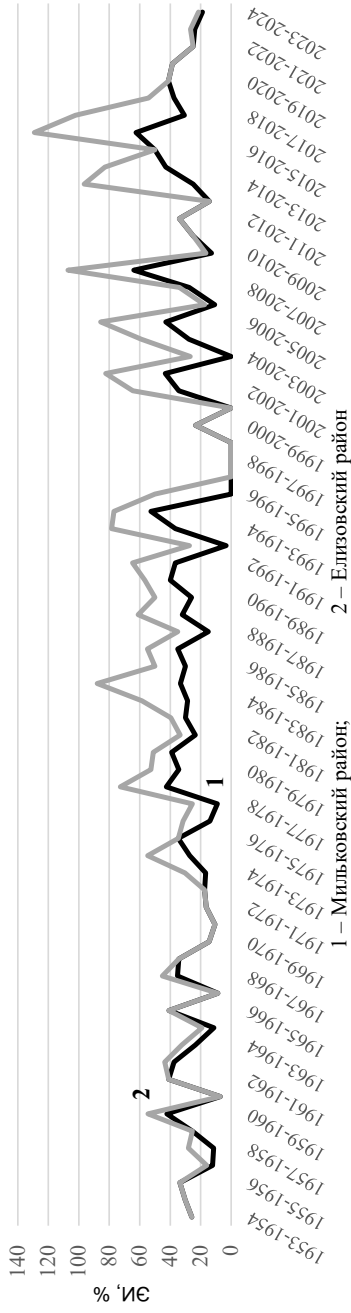


Рис. 2. Динамика среднегодовой ЭИ *V. devosii* соболей Мильковского (1) и Elizovskiy (2) районов с 1953 по 2024 г.

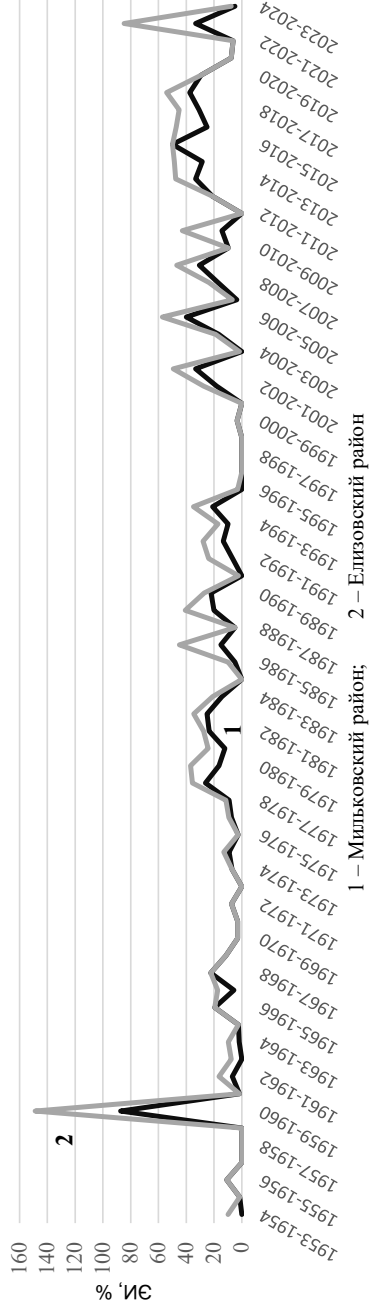


Рис. 3. Динамика среднегодовой ЭИ *T. martis* у соболей в Мильковском (1) и Elizovskiy (2) районах с 1953 по 2024 г.

У обычных видов значения средней ЭИ отличаются в этих районах в 1,12 и 1,7 раза, что гораздо сильнее, чем у массовых. Это объясняется тем, что амплитуда ежегодных колебаний их численности существенно больше, чем массовых. За счёт чего регулярность заражения ими соболя ниже.

Аналогичный анализ соотношения среднегодовых значений ЭИ обычного вида — цестоды *T. martis* (рис. 3) в обоих районах показал их ещё более высокую корреляцию —  $r = 0,74$ .

У условно редких видов гельминтов соболя соотношения величины средней многолетней ЭИ в обоих районах составили от 1,12 и 1,16 до 1,8 и 7,7 раз. Существенная разница между его самым низким и высоким значениями свидетельствует о ещё большей амплитуде колебаний показателей заражённости и нерегулярности обнаружения паразитов.

Показатели средней многолетней заражённости любыми видами гельминтов (общей ЭИ) в каждом районе учитывают только наличие этих паразитов. В данном случае в Мильковском районе за весь период наблюдений с 1952 по 2024 г. общая заражённость (или процент зверьков, у которых были найдены любые гельминты, от всех исследованных) составил  $65,39 \pm 2,81\%$ , в Елизовском, соответственно, с 1953 г. —  $68,14 \pm 3,03\%$ .

Общей тенденцией динамики ежегодных значений суммарной ЭИ в обоих районах явился постепенный рост заражённости хищника почти всеми видами гельминтов (рис. 4), кроме представителей рода *Crenosoma*. Только у *Crenosoma* sp. (возможно, одного совершенно нового для Камчатского края вида, что пока не ясно) в исследованных районах отмечено снижение среднегодовых значений этого показателя.

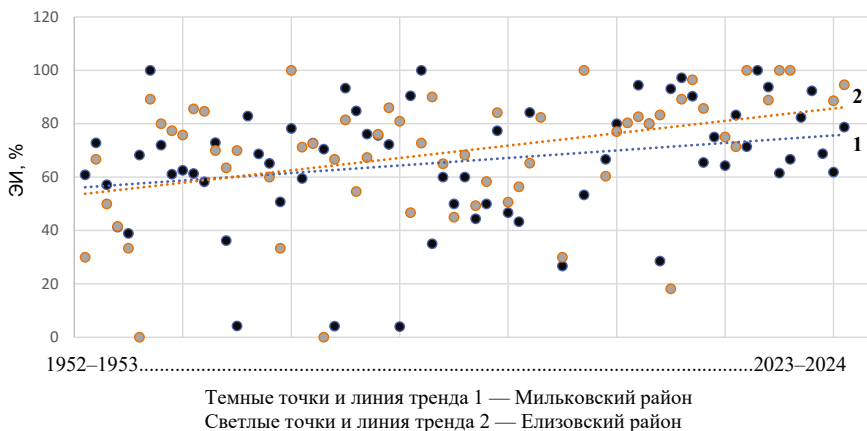


Рис. 4. Заражённость соболей Елизовского и Мильковского районов Камчатского края любыми видами гельминтов в период 1952–2024 гг.



### **Выводы**

1. Чем больше различается величина средних многолетних значений показателя ЭИ, характеризующего регулярность обнаружения того или иного гельминта, тем она меньше.

2. Независимо от уровня и амплитуды ежегодных колебаний гельминтозных инвазий соболя, отмеченных на территории охотничьих угодий Мильковского и Елизовского районов Камчатского края, средние многолетние показатели суммарной заражённости этого хищника отличаются мало.

3. Отмечена тенденция постепенного роста заражённости соболя гельминтами почти всех вышеуказанных видов, кроме нематод рода *Crenosoma*.

### **Литература**

Транбенкова Н. А. 2006. Гельминты куньих Mustelidae Камчатки. — Владивосток: Дальнаука. — 254 с.

**ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ  
И МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ  
СОХРАНЕНИЯ БИОРАЗНООБРАЗИЯ**

## О ПОДГОТОВКЕ КАДАСТРА ГНЕЗДЯЩИХСЯ ПТИЦ КАМЧАТКИ

**Ю.Н. Герасимов**

Камчатский филиал Тихоокеанского института географии (КФ ТИГ) ДВО РАН,  
Петропавловск-Камчатский

*Preparation of the inventory of the breeding birds of Kamchatka*

**Yu.N. Gerasimov**

Kamchatka Branch of Pacific Geographical Institute (KB PGI) FEB RAS,  
Petropavlovsk-Kamchatsky

Кадастр животного мира является государственным документом, необходимым для оценки ресурсов животных, их стоимости и ущерба, наносимого животному миру хозяйственной деятельностью человека. Государственный кадастр объектов животного мира включает в себя классификацию и характеристику местообитаний, информацию о географическом распространении объектов животного мира, их численности, хозяйственном использовании и другие данные. Государственный ведётся в отношении объектов животного мира, не отнесённых к охотничьим ресурсам или водным биологическим ресурсам [Федеральный закон, 2023], для которых составляются отдельные кадастры.

Несколько лет назад мы завершили объёмную работу по составлению кадастра охотничьих животных Камчатского края. Она включила в себя классификацию и характеристику местообитаний, и информацию по распространению и численности охотничьих видов птиц [Кривенко и др., 2019].

Сейчас для составления кадастра, касающегося всех видов птиц, необходимы данные по плотности в период размножения в различных районах и типах местообитаний на территории Камчатского края. Такая информация становится доступной во время выполнения учётов, где главным показателем является плотность населения, т. е. количество птиц (по видам) гнездящихся на определённую площадь, обычно на 1 км<sup>2</sup>. Чем подробнее будет такая информация, тем качественнее будет кадастр [Герасимов и др., 2017].

Инвентаризация птиц на Камчатке проводится нами уже в течение 35 лет [Лобков и др., 2021], в том числе все эти годы мы выполняли учёты мигрирующих водных и околоводных птиц в период миграции, а последние 25 лет — также учёты всех групп птиц в сезон размножения. При этом суммарная протяжённость учётных маршрутов в сезон размножения превысила

4 тыс. км. Учёты, как правило, включают все типы местообитаний в обследованных нами районах. Места выполнения длительных учётов в период сезонных миграций и во время гнездования указаны на рисунке 1. На нём видно, что исследованиями хорошо охвачена южная часть Камчатского края в пределах Камчатской области (в границах до 2009 г.). Она включает Елизовский, Усть-Большерецкий, Мильковский, Соболевский, Быстринский и Усть-Камчатский районы.

Значительно менее изученной является северная часть в пределах Корякского округа (Тигильский, Карагинский, Олюторский и Пенженский районы). При этом Пенженский район, в связи с его малодоступностью и данных, полученных в ходе выполнения нашей экспедиции в 2018 г., следует признать относительно неплохо изученным.

Дополнительные исследования на территории Тигильского района мы планируем провести в ближайшие 1–2 года. Действующая автодорога Тигиль — Палана позволяет сделать это в хорошем качестве за 1–2 недели. При этом не потребуются какое-либо значительное финансирование.

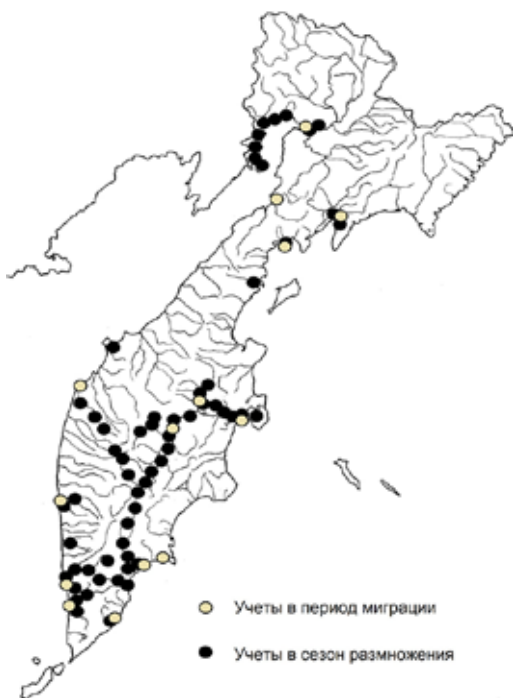


Рис. 1. Места выполнения учётов птиц на территории Камчатского края

По Карагинскому району уже имеются хорошие учётные данные в окрестностях посёлков Оссора и Ильпырское. Мы планируем их расширить, так как имеется относительно недорогая возможность провести работы в районе посёлков Ивашка и Тымлат.

Важным и малоизученным районом для составления кадастра животного мира мы считаем Олюторский район. Перемещения на территории района возможно только авиатранспортом. Изученность является низкой. Но при относительно небольшом финансировании возможно посетить окрестности посёлков Таловка и Пахачи. Учётные материалы с этих мест вполне могут соответствовать требованиям кадастра.

Выполнить учётные маршруты на севере Пенжинского района, как и на востоке Олюторского является очень желаемой, но трудно выполнимой задачей, которая зависит от объёма финансирования предполагаемых работ.

Данные из кадастра животного мира (который пока не существует) должны быть одним из регулярно востребованных видов информации при реализации многочисленных хозяйственных проектов. Это мероприятия по разведке и добыче полезных ископаемых, строительстве автодорог и других объектов. Для Камчатского края, как и для многих других регионов России, в настоящее время значение таких материалов становится все более актуальным.

## Литература

*Герасимов Ю. Н., Бухалова Р. В., Герасимов Н. Н.* 2017. Изучение численности и распределения лесных птиц Камчатки в сезон размножения // Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей: Мат-лы XVIII Междунар. науч. конф. (Петропавловск-Камч., 15–16 нояб. 2017 г.). — Петропавловск-Камч.: Камчатпресс. — С. 75–78.

*Кривенко В. Г., Валенцев А. С., Герасимов Ю. Н., Кириченко В. Е., Кузнецов А. В., Слодкевич В. Я., Ткаченко Е. Э.* 2019. Охотничьи животные Камчатского края (состояние ресурсов, охрана и рациональное использование). — Петропавловск-Камч.: Камчатпресс. — 238 с.

*Лобков Е. Г., Герасимов Ю. Н., Масалов А. А., Коблик Е. А.* 2021. Птицы Камчатки и Командорских островов. Полевой определитель. — М.: Перо. — 422 с.

*Федеральный закон «О животном мире» от 24.04.1995 № 52-ФЗ (ред. от 13.06.2023).*

## ОЦЕНКА ПРОИСХОЖДЕНИЯ ЗАВОДСКОЙ МОЛОДИ ГОРБУШИ И КЕТЫ В БАСЕЙНЕ ОХОТСКОГО МОРЯ В ОСЕННИЙ ПЕРИОД 2022 г.

**А. И. Герлиц, А. В. Бугаев, Н. А. Растыгаева, А. С. Степанова**

Камчатский филиал Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства  
и океанографии (КамчатНИРО), Петропавловск-Камчатский

*Assessment of the origin of juvenile pink salmon and chum salmon in the Okhotsk Sea  
basin in the autumn period of 2022*

**A. I. Gerlits, A. V. Bugaev, N. A. Rastyagaeva, A. S. Stepanova**

Kamchatka Branch of Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography  
(KamchatNIRO), Petropavlovsk-Kamchatsky

Идентификация происхождения лососей в смешанных морских выборках даёт возможность определить уровень естественной смертности выпускаемых с ЛРЗ рыб после пресноводного и раннего морского нагула, оценивать результативность работы отдельных рыбоводных предприятий при сравнении эффективности применяемых технологий выращивания лососей. В перспективе эти данные послужат основой для совершенствования прогнозирования численности горбуши и кеты в разных регионах воспроизводства.

Материалом послужили отолитные пробы из смешанных выборок молоди лососей осенних траловых уловов научно-исследовательских судов ТИНРО-центра — НИС «Профессор Кагановский» и НИС «ТИНРО» в Охотском море. Схема траловых станций съёмок представлена на рисунке 1, а объём отолитного материала и сроки проведения съёмок — в таблице 1. Общее количество проанализированного материала составило: горбуши — 1821 экз., кеты — 2000 экз.

Сбор отолитов рыб производили из уловов разноглубинного канатного трала 80/396. Молодь лососей подвергалась стандартному биологическому анализу. После предварительной подготовки и шлифовки отолиты просматривали на визуально-аналитическом комплексе. При обнаружении маркированных особей фотографии меток идентифицировались по базе данных эталонных меток NPAFC (<http://wgosm.npafc.org/MarkSummary.asp>).

*Горбуша.* Выпуск молоди горбуши с российских ЛРЗ в 2022 г. составил 250 млн экз. Этот показатель был на уровне среднесноголетних цифр выпуска (284 млн экз.). С японских ЛРЗ выпустили 101,5 млн экз. молоди горбуши,

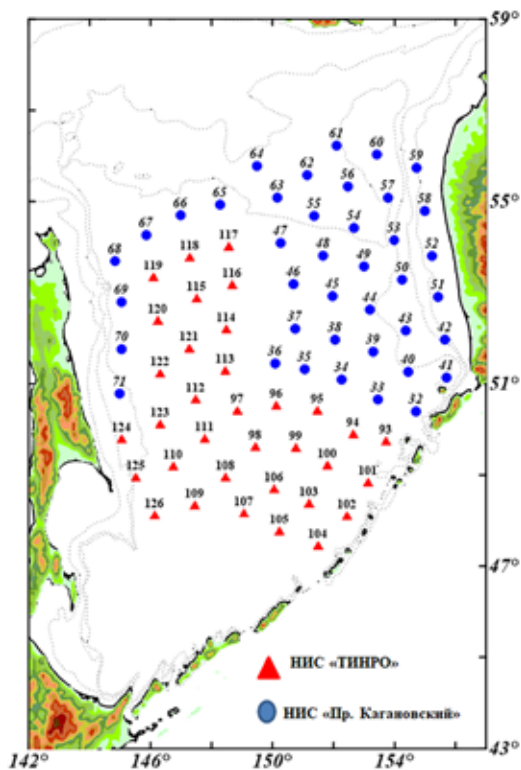


Рис. 1. Схема траловых станций комплексных съёмки молоди лососей в Охотском море в осенний период 2022 г.

Таблица 1. Объём собранного материала и сроки проведения комплексных съёмки в Охотском море в осенний период 2022 г.

Место сбора проб	НИС	Вид	Срок работ	Количество собранного материала, пар отоликов
Охотское море	«Проф. Кагановский»	горбуша	11.10–25.10.2022	833
		кета		670
	«ТИНРО»	горбуша	12.10–25.10.2022	988
		кета		1330
Итого		горбуша		1821
		кета		2000

данный показатель также достаточно стабилен на протяжении ряда лет [Чистякова, Бугаев, 2016; Чистякова и др., 2018; Бугаев и др., 2020].

Отметим, что в 2022 г. среди ЛРЗ охотоморского бассейна наибольший выпуск маркированных рыб был с рыбоводных заводов о. Итуруп (табл. 2). Сахалинские ЛРЗ последние три года (2020–2022 гг.) неуклонно снижают объём выпуска горбуши, в том числе и маркированной. Доля маркированной японской молоди в 2022 г. также существенно снизилась — со 100 до 9%.

Таблица 2. Данные по выпуску и маркированию молоди горбуши ЛРЗ Охотоморского бассейна в 2022 г. [Akinicheva et al., 2023; Kanzeparova et al., 2023; Miyauchi, Satoyama, 2023; Miyauchi et al., 2023]

Страна, регион	Выпущено, млн экз.	Маркировано, млн экз.	Доля маркированной, %
о. Итуруп	144,84	109,90	75,88
о. Сахалин	86,91	39,70	45,68
Североохотоморское побережье	18,04	18,04	100,00
Россия	249,79	167,64	67,11
Япония	101,15	9,00	8,90

При исследовании отолитов молоди горбуши из осенних траловых съёмок научно-исследовательских судов ТИНРО в Охотском море было обнаружено 160 экз. меченых рыб, что составило около 8,8% от общего объёма смешанной выборки этого вида. Подчёркнём, что полученный результат превосходит аналогичный показатель предыдущих лет исследований [Чистякова, Бугаев, 2016; Чистякова и др., 2018; Бугаев и др., 2020]. Доля молоди ЛРЗ России среди маркированных рыб составила 84% (рис. 2). Это значительно выше, чем в прошлые годы, что объясняется резким снижением выпуска маркированной горбуши заводами Японии (примерно в 11 раз).

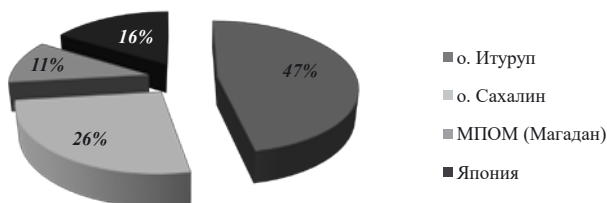


Рис. 2. Соотношение маркированной молоди горбуши различного происхождения в Охотском море в осенний период 2022 г.



Относительно регионального происхождения молоди российских заводов можно отметить, что в 2022 г. среди молоди горбуши с метками ЛРЗ России в Охотском море преобладали рыбы с о. Итуруп, тогда как в предыдущие годы исследований в уловах доминировала сахалинская молодь. Причиной этого явилось снижение количества маркированной сахалинской молоди и, соответственно, увеличение числа маркированных рыб южнокурильских ЛРЗ. Также в выборках заметно прибавилось молоди горбуши, выпущенной с магаданских ЛРЗ (в 2021 г. — 6,7%, в 2022 г. — 13%).

*Кета.* Выпуск молоди кеты российских ЛРЗ в исследуемом году составил 983 млн экз. Это существенно выше среднегогодового уровня (700 млн экз.), но несколько ниже, чем в 2021 г. (991 млн экз.). Увеличение данного показателя произошло в основном за счёт наращивания мощностей ЛРЗ о-вов Сахалина и Итуруп. Среди российских регионов наибольшее количество кеты традиционно выпускали ЛРЗ о. Сахалин (табл. 3). Доля маркированной молоди кеты на ЛРЗ России варьировала от 8 до 100%. Южнокурильские ЛРЗ с 2020 г. возобновили маркирование молоди кеты, в связи с этим в 2022 г. их доля составила около 50%.

С японских ЛРЗ выпустили 1,16 млрд экз. молоди кеты, что ниже среднегогодового показателя (1,63 млрд экз.). При этом доля маркированных сеголетков составила 21%, что является стабильным показателем для ЛРЗ Японии.

Таблица 3. Данные по выпуску и маркированию молоди кеты ЛРЗ Охотоморского бассейна в 2022 г. [Akinicheva et al., 2023; Kanzeparova et al., 2023; Miyauchi, Satoyama, 2023; Miyauchi et al., 2023]

Страна, регион	Выпущено, млн экз.	Маркировано, млн экз.	Доля маркированной, %
о. Итуруп	349,38	168,1	48,11
Сахалин	579,13	141,30	24,40
Североохотоморское побережье	13,50	1,10	8,15
Бассейн р. Амур	35,71	18,90	52,93
Западная Камчатка	5,61	5,60	99,82
Россия	983,33	335,00	34,07
Япония	1155,94	247,00	21,37

При анализе структуры отолитов охотоморской молоди кеты было найдено 218 экз. с метками, что составило 10,9% от общего количества молоди в выборке. Как и в случае с горбушей, это значительно выше, чем в предыдущие годы [Чистякова, Бугаев, 2016; Чистякова и др., 2018; Бугаев и др., 2020].

В 2022 г. большая часть (63%) найденной в уловах маркированной кеты принадлежала к продукции российских ЛРЗ (рис. 3). Доля молодежи, выпускаемой с ЛРЗ России, неуклонно растёт на протяжении последних лет (2020 г. — 54%, 2021 г. — 62%).

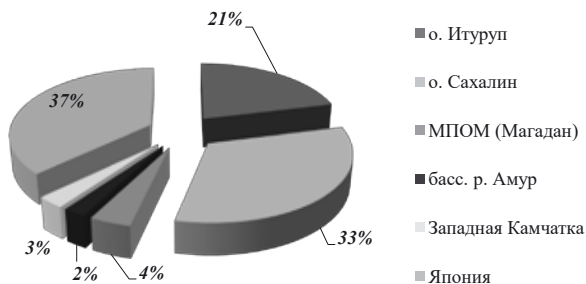


Рис. 3. Соотношение маркированной молодежи кеты различного происхождения в Охотском море в осенний период 2022 г.

Что касается регионального распределения российской молодежи кеты, то в 2022 г. в уловах доминировали сеголетки сахалинских рыбководных заводов (51%), на втором месте рыбы с заводов о. Итуруп (33%). Также в уловах традиционно встречались рыбы с ЛРЗ Западной Камчатки, материкового побережья Охотского моря и р. Амур, их количество из года в год стабильно и в сумме не превышает 15%.

## Литература

Бугаев А.В., Чистякова А.И., Урава С. 2020. Многолетние тенденции распределения и регионального состава уловов заводской молодежи горбуши и кеты в период осенних миграций в бассейне Охотского моря // Исслед. вод. биол. ресурсов Камчатки и сев.-зап. части Тихого океана. — Вып. 57. — С. 67–98.

Чистякова А.И., Бугаев А.В. 2016. Оценка происхождения и пути миграций заводской молодежи горбуши и кеты в бассейне Охотского моря в осенний период 2011–2014 гг. // Исслед. вод. биол. ресурсов Камчатки и сев.-зап. части Тихого океана. — Вып. 40. — С. 5–23.

Чистякова А.И., Ким О.О., И В.С. 2018. Оценка регионального происхождения и распределения заводской горбуши и кеты по результатам отолитного маркирования в бассейне Охотского моря в осенний период 2016 г. // Исслед. вод. биол. ресурсов Камчатки и сев.-зап. части Тихого океана. — Вып. 48. — С. 62–69.

Akinicheva E., Stekolshchikova M., Batyuk J., Kalyakina M., Bugaev A., Vorozhtsova A. 2023. Release of marked salmon from Russian hatcheries in 2022. — NPAFC Doc. 2093. — 4 p. (Available at <https://npafc.org>).

*Kanzeparova A.N., Naydenko S.V., Shevlyakov V.A., Lysenko A.V., Bugaev A.V., Kaev A.M., Khovanskaya L.L., Podorozhnyuk E.V., Golub E.V.* 2023. Biostatistical information on salmon catches, escapement and enhancement production in Russia in 2022. — NPAFC Doc. 2094 (Rev. 1). — 3 p. (Available at <https://npafc.org>).

*Miyauchi Y., Morishita T., Yatsuya M., Sato S.* 2023. Releases of otolith marked salmon from Japan between summer of 2021 and spring of 2022. — NPAFC Doc. 2086. — 22 p. (Available at <https://npafc.org>).

*Miyauchi Y., Sotoyama Y.* 2023. Preliminary 2021 salmon enhancement production in Japan. — NPAFC Doc. 2085. — 3 p. (Available at <https://npafc.org>).

## ОЦЕНКА ЭКОНОМИЧЕСКОГО УЩЕРБА ПРИРОДНОМУ КАПИТАЛУ КАМЧАТСКОГО КРАЯ В ЧАСТИ ПРОМЫСЛОВЫХ ВИДОВ КАМБАЛ В РЕЗУЛЬТАТЕ ВРЕДНОСНОГО ЦВЕТЕНИЯ ВОДОРΟΣЛЕЙ ОСЕНЬЮ 2020 г.

**М.Ю. Дьяков**

Камчатский филиал Тихоокеанского института географии (КФ ТИГ) ДВО РАН,  
Петропавловск-Камчатский

*Assessment of economic damage to the natural capital of the Kamchatka territory in terms  
of commercial flounder species as a result of harmful algal blooms in autumn 2020*

**M.Yu. Dyakov**

Kamchatka Branch of Pacific Geographical Institute (KB PGI) FEB RAS,  
Petropavlovsk-Kamchatsky

В настоящее время переход к устойчивому развитию является актуальной необходимостью не только на международном и национальном уровнях, но и на уровне региональном. Необходимость такого перехода обусловлена нарастающим экологическим кризисом, нарастающими изменениями климата, утратой биоразнообразия, ростом объёма промышленных и бытовых отходов и многочисленными другими негативными явлениями, ухудшающими качество окружающей среды и подрывающими природно-ресурсную базу развития человечества.

Для Российской Федерации особую актуальность переход к модели устойчивого развития представляет также в связи с введёнными международными санкциями. Успешное функционирование экономики и социальной сферы требует повышения эффективности от эксплуатации всех типов имеющегося капитала: физического, человеческого и природного, стимулом к чему и является переход к модели устойчивого развития.

Дополнительную актуальность данной модели для регионов российского Севера и Дальнего Востока придаёт также повышенная уязвимость и хрупкость северных экосистем, а также сравнительно невысокая степень их деградации. Практические шаги по переходу к устойчивому развитию реализуются как на международном, так и на общенациональном и региональном уровнях. Основным международным документом, действующим в настоящее время, является Повестка дня до 2030 г., принятая на саммите ООН в 2015 г., где были сформулированы Цели в области устойчивого развития [Повестка дня..., 2024]. На общенациональном уровне основным

документом остаётся Концепция перехода Российской Федерации к устойчивому развитию [Концепция..., 1996]. При этом в практической плоскости инструментом достижения указанных целей являются Национальные проекты РФ [Правительство Российской Федерации..., 2024] и различные стратегические документы федерального уровня. В масштабах региона в качестве инструментов перехода к устойчивому развитию выступают региональные проекты и программы, реализуемые в рамках Национальных проектов, а также государственные программы, реализуемые вне этих рамок.

Одной из ключевых составляющих при переходе к устойчивому развитию является сохранение и эффективное использование природного капитала. Для таких регионов как Камчатский край, обладающих высоким природно-ресурсным потенциалом и, соответственно, большим объёмом природного капитала, этот фактор становится основополагающим. Именно от сохранения и эффективного использования имеющегося природного капитала здесь зависят как непосредственные направления перехода к устойчивому развитию, так и его успешность.

При этом одним из важнейших компонентов природного капитала Камчатского края остаются и будут оставаться водные биологические ресурсы. Они неразрывно связаны с наземными экосистемами края, и в то же время в значительной степени являются ресурсной базой для его экономики. Именно поэтому задача как биологической, так и экономической оценки состояния водных биологических ресурсов региона является постоянно актуальной и требует постоянных усилий со стороны научного сообщества.

В рамках решения этой задачи ведутся исследования по оценке последствий вредоносного цветения водорослей — крупного негативного природного явления, имевшего место в прикамчатских водах осенью 2020 г. Известно, что вредоносное цветение оказало существенное влияние на морские экосистемы данного района [Данилин и др., 2023], в том числе и на некоторые промысловые объекты. Одним из таких важных промысловых объектов, обитающих в этих водах, и пострадавших при вредоносном цветении водорослей, являются промысловые виды камбал — северная двухлинейная, желтопёрая, четырехбугорчатая, палтусовидная и звездчатая. В 2023 г. специалистами были опубликованы оценки динамики общего допустимого улова (ОДУ) указанных камбал за период 2018–2024 гг. [Коростелев, Данилин, 2023]. Согласно данным оценкам, можно отметить существенное снижение ОДУ камбал в 2024 г. по сравнению с периодом до вредоносного цветения в наиболее пострадавших от данного явления районах. А именно, в Петропавловск-Командорской рыболовной подзоне и Северо-Курильской рыболовной зоне суммарный ОДУ по указанным видам понизился до 8,5 и 2,1 тыс. т, соответственно.

На основе полученных физических оценок снижения ОДУ становится возможным получить и соответствующие экономические оценки ущерба, нанесённого природному капиталу региона.

Здесь следует отметить, что оценки природного капитала Камчатского края и некоторых прилегающих акваторий ранее уже неоднократно проводились как специалистами Камчатского филиала ТИГ ДВО РАН [Ширков и др., 2006, 2021; Ширкова и др., 2014], так и другими дальневосточными исследователями [Кисленок, 2023], поэтому для такой оценки уже существуют достаточные теоретические и методические наработки. А именно, в ходе настоящей оценки используются подходы, ранее уже применявшиеся специалистами Камчатского филиала ТИГ ДВО РАН в вышеуказанных работах. Оценка базировалась на следующих теоретико-методических положениях.

1. Данное снижение оценивалось по средней величине ОДУ за период 2018–2020 гг. (до вредоносного цветения водорослей), рассчитанной на основе данных [Коростелев, Данилин, 2023] и современной его величине, приведённой в том же источнике.

2. Район оценки — Петропавловск-Командорская рыболовная подзона и Северо-Курильская рыболовная зона, объект оценки — промысловые виды камбал.

3. Экономическая оценка природного капитала производится по величине капитализированной ресурсной ренты, получаемой от эксплуатации каждого вида ресурса. Соответственно, ущерб природному капиталу в случае со снижением ОДУ промысловых видов камбал принимается равным величине ресурсной ренты, потерянной в результате такого снижения.

4. Общая формула расчёта ресурсной ренты, получаемой от использования ресурса, выглядит следующим образом:

$$P = \sum R (1 + E)^{t_u} = 0, \quad (1)$$

где:

$P$  — капитализированная рента (стоимость ресурса);

$t$  — прогнозный срок эксплуатации ресурса;

$R$  — годовой объём ренты;

$E$  — норма дисконтирования.

Размер капитализированной ренты равен сумме годовой ренты, полученной от эксплуатации ресурса в течение срока его использования, дисконтированной по определённой ставке.

При использовании возобновляемых ресурсов, срок эксплуатации которых бесконечен, формула (1) приобретает вид:

$$P = R/E. \quad (2)$$

5. Специальными вопросами при расчёте являются вопросы о норме ренты и ставке дисконтирования. В предыдущем масштабном исследовании, посвящённом оценке природного капитала Камчатского края [Ширков и др., 2021], для ряда отраслей, в том числе и для рыбного хозяйства, на основе экспертных оценок норма ренты была принята равной 10%. Эта же норма может быть применена и в данном случае в целях сопоставимости оценок. Что касается нормы дисконтирования, то в более ранних работах [Ширков и др., 2006, 2021; Ширкова и др., 2014] она принята в размере 6% и так же может быть оставлена на этом уровне.

6. Источником данных по базовым ценам для проведения оценки стала электронная торговая площадка Fishnet [Электронная торговая площадка..., 2024], при этом использовались оптовые цены внутреннего рынка, вид продукции — камбала неразделанная.

Результаты расчёта представлены в таблице 1.

Таблица 1. Оценка ущерба природному капиталу Камчатского края в части промысловых видов камбал

Позиция	Единицы измерения	Значение
Средний ОДУ за период 2018–2020 гг.	тыс. т	16,4
ОДУ в 2024 г.	тыс. т	10,6
Объём снижения ОДУ	тыс. т	5,8
Вид продукции	нераздел.	–
Норма выхода продукции	д. ед.	0,99
Средняя цена	тыс. руб./т.	118,3
Возможный валовый доход	млн руб.	679,1
Норма ренты	д. ед.	0,1
Норма дисконтирования	д. ед.	0,06
Годовой объём ренты	млн руб.	67,9
Капитализированная рента	млн руб.	1131,8

По результатам проведённого расчёта можно отметить следующее. Размер ущерба, нанесённого природному капиталу в части промысловых видов камбал в результате вредоносного цветения водорослей, составляет более 1,1 млрд руб. Следует подчеркнуть, что это ущерб, во-первых, только по двум промысловым районам, во-вторых — только по некоторым промысловым объектам (камбалам), и в-третьих — только прямой ущерб от утраченного промыслового ресурса. Разнообразный ущерб, возникающий вследствие нарушения экосистемных взаимосвязей, рассчитать в настоящее время не представляется возможным. Таким образом, полученная оценка является

только нижней границей ущерба, нанесённого природному капиталу, и при появлении новых данных от профильных специалистов — ихтиологов, экологов, гидробиологов, она может быть значительно расширена.

Именно с накоплением новых данных и оценок связаны перспективы дальнейших исследований в этом направлении. Необходимо продолжение системного мониторинга пострадавших экосистем и создание единой постоянной системы оценки ущерба природному капиталу не только от вредоносного цветения водорослей, но и от широкого спектра негативных природных и антропогенных явлений.

## Литература

Данилин Д.Д., Жигадлова Г.Г., Коростелев С.Г., Санамян К.Э., Санамян Н.П., Токранов А.М. 2023. Динамика бентосных сообществ верхней сублиторали Юго-Восточной Камчатки после вредоносного цветения водорослей (ВЦВ) осенью 2020 г // Геосистемы Северо-Восточной Азии: природные, природно-ресурсные и социально-экономические структуры. Сб. науч. ст. — Владивосток: ТИГ ДВО РАН. — С. 23–27.

Кисленок А.А. 2023. Оценка регионального богатства в контексте устойчивого развития (на примере Камчатского края) // Региональные проблемы развития Дальнего Востока России и Арктики: Мат-лы Междунар. науч.-практ. конф. — Петропавловск-Камч.: Камчатпресс. — С. 34–41. DOI: 10.53657/KBPGI041.2023.54.14.006

Концепция перехода Российской Федерации к устойчивому развитию. 1996. Указ Президента Российской Федерации от 1.04.1996 № 440 // Рос. газ. — № 67. — С. 5–12.

Коростелев С.Г., Данилин Д.Д. 2023. Влияние вредоносного цветения водорослей осенью 2020 г. на состояние запасов камбал на шельфе тихоокеанского побережья Камчатки и северных Курильских островов // Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей: Мат-лы XXIV Междунар. науч. конф. — Петропавловск-Камч.: Камчатпресс. — С. 193–196. DOI: 10.53657/KBPGI041.2023.17.81.042

Повестка дня в области устойчивого развития. Организация Объединённых Наций. [Электронный ресурс] — URL: [www.un.org/sustainabledevelopment/ru/about/development-agenda](http://www.un.org/sustainabledevelopment/ru/about/development-agenda) (дата обращения: 18.06.2024).

Правительство Российской Федерации. Официальный сайт. [Электронный ресурс] — URL: <http://government.ru/rugovclassifier/section/2641> (дата обращения: 19.06.2024).

Ширков Э.И., Ширкова Е.Э., Дьяков М.Ю. 2006. Экономическая оценка природного потенциала шельфа Западной Камчатки. — Петропавловск-Камч.: Камчатпресс — 54 с.

Ширкова Е.Э., Ширков Э.И., Дьяков М.Ю. 2014. Природно-ресурсный потенциал Камчатки, его оценка и проблемы использования в долгосрочной перспективе // Исслед. вод. биол. ресурсов Камчатки и сев.-зап. части Тихого океана. — Вып. 35. — С. 5–21.

Ширков Э.И., Ширкова Е.Э., Дьяков М.Ю., Михайлова Е.Г. 2021. Оценка природного капитала как инструмент регионального развития // Пробл. развития территории. — Т. 25. — № 3. — С. 72–88.

Электронная торговая площадка Fishnet. [Электронный ресурс] — URL: <https://www.fishnet.ru> (дата обращения: 14.06.2024).



## ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНАЯ ЭКСПРЕССИЯ ЭКЗОМА У СИМПАТРИЧНЫХ ФОРМ КРОНОЦКИХ ГОЛЬЦОВ С ДИВЕРГЕНТНЫМ МОРФОГЕНЕЗОМ

**Е. В. Есин<sup>\*, \*\*</sup>, Д. Г. Селезнев<sup>\*\*\*</sup>, П. А. Махновский<sup>\*\*\*\*</sup>, Е. С. Бочарова<sup>\*\*\*\*\*</sup>,  
Г. Н. Маркевич<sup>\*, \*\*</sup>**

<sup>\*</sup>Камчатский государственный университет (КамГУ) им. Витуса Беринга,  
Петропавловск-Камчатский

<sup>\*\*</sup>Институт проблем экологии и эволюции (ИПЭЭ) им. А. Н. Северцова РАН, Москва

<sup>\*\*\*</sup>Институт биологии внутренних вод (ИБВВ) им. И. Д. Папанина РАН, Борок

<sup>\*\*\*\*</sup>Институт медико-биологических проблем (ИМБП) РАН, Москва

<sup>\*\*\*\*\*</sup>Институт биологии развития (ИБР) им. Н. К. Кольцова РАН, Москва

*Differential expression of the exome in sympatric morphs  
of Lake Kronotskoe charr with divergent morphogenesis*

**E. V. Esin<sup>\*, \*\*</sup>, D. G. Seleznev<sup>\*\*\*</sup>, P. A. Makhnovsky<sup>\*\*\*\*</sup>, E. S. Bocharova<sup>\*\*\*\*\*</sup>,  
G. N. Markevich<sup>\*, \*\*</sup>**

<sup>\*</sup>Vitus Bering Kamchatka State University (KamSU), Petropavlovsk-Kamchatsky

<sup>\*\*</sup>A. N. Severtsov Institute Problems of Ecology and Evolution (IPEE) RAS, Moscow

<sup>\*\*\*</sup>Papanin Institute for Biology of Inland Waters (IBIW) RAS, Borok

<sup>\*\*\*\*</sup>Institute of Biomedical Problems (IBP) RAS, Moscow

<sup>\*\*\*\*\*</sup>Koltzov Institute of Developmental Biology (IDB) RAS, Moscow

В основе адаптивной диверсификации животных лежит естественный отбор морфологических и физиологических признаков, который даёт возможность эффективнее использовать градиенты условий окружающей среды и специализироваться в новых пищевых и репродуктивных нишах. Наиболее яркие примеры быстрой адаптивной диверсификации обнаружены у вселенцев в пустующие или заново возникшие экосистемы. В частности, множество параллельных случаев разделения на узко специализированные симпатричные формы/виды демонстрируют лососёвые рыбы, проникшие в затопленные долины плейстоценовых ледников. Симпатричные формы приобретают специфические адаптивные признаки, которые развиваются в индивидуальном морфогенезе к этапу занятия обособленных дефинитивных ниш. Поскольку эволюционная дивергенция форм лососёвых в ледниковых озёрах, вряд ли, началась ранее окончания последнего ледникового максимума, среди движущих механизмов адаптивной канализации вариантов морфогенеза у дивергирующих форм логично ожидать не только мутации и структурные изменения генома, но в большей степени специфическую регуляцию экспрессии генов, в том числе регуляторов генных каскадов.

Изучение особенностей экспрессии геномов, вовлечённых в адаптивную диверсификацию морфотипов лососёвых рыб, начато нами на гольцах Кроноцкого озера (Восточная Камчатка). В этом лавоподпрудном водоёме голец-мальма *Salvelinus malma* разделился на несколько репродуктивно обособленных форм со специфической экологией и выраженными адаптивными признаками морфологии [Esin et al., 2020]. Наиболее выражены различия между формами по пропорциям головы, размеру и положению рта. В явном виде эти различия проявляются при достижении рыбами длины тела более 12–15 см. Рыбоядные формы растут быстро и достигают массы более 2,5 кг; рот конечный. Широкоголовый голец (W) отличается массивной конической головой и длинными челюстями; длинноголовый голец (L) — вытянутой головой с огромным ртом. Носатые гольцы — литоральные бентофаги, растут со средней скоростью и достигают размеров 0,6–1,3 кг; отличаются полунижним ртом, челюсти средней длины. Форма с хрящевыми обкладками челюстей (N1) имеет рострум нормального размера, челюсти смыкаются; остроносая (N2) и лопатоносая (N3) формы имеют гипертрофированное рыло и укороченную нижнюю челюсть. Глубоководная малоротая форма (S) растёт медленно (до 0,3 кг), имеет короткие челюсти и крупные глаза. В вытекающей из Кроноцкого озера реке обособленно воспроизводится анадромная мальма (DV), предки которой дивергировали в озере. Мальму так же возможно отличить по форме головы.

Для сравнения экспрессии геномов упомянутых форм на стадии перехода ранней молоди на внешнее питание (длина тела ~2,5 см, 465–532 градусо-дней после оплодотворения), на нерестилищах в бассейне Кроноцкого озера оплодотворили икру и доставили живые эмбрионы в аквариальную лабораторию. Инкубация и подращивание ранней молоди проводились в стандартных контролируемых условиях, приближённых к экологическому оптимуму для каждой из форм [Esin et al., 2021]. По три экземпляра каждой формы (всего 21 проба) использовали для получения тканей из целикомой краниофациальной части головы. Ткани фиксировали в RNAlater, далее выделяли и очищали тотальную РНК. Для библиотек кДНК было выполнено парноконцевое считывание 150 п.о., использовали Hi-seq4000 (Illumina, Сколковский институт науки и технологий). После проверки качества последовательностей выполнили выравнивание ридов, дедупликацию и фильтрацию (MAPQ  $\geq$  30) в blast. Все риды имели покрытие более 20 Гб. Сборка и аннотация экзомов были выполнены по референсному геному *Salvelinus alpinus* (сборка ASM291031v2 из генбанка) в seqmick convert v.0.8.4.

Наши транскриптомные данные включают хорошо покрытые экзомные участки с тысячами альтернативных аллельных вариантов. Был проведён попарный анализ транскриптомов между всеми формами и для достоверно

дифференциально экспрессируемых локусов/генов построена кладограмма в R `gplots`, отражающая степень различия транскриптомов и согласованность реплик (рис. 1). Для проверки наличия сигнала отбора в профилях экспрессии форм провели сравнение очерёдности ветвления кладограммы с топологией филогенетического дерева кроноцких форм и мальмы, построенного по нуклеотидному полиморфизму экзона. `Fastq` отдельных форм (собраны в `samtools mpileup v.1.13`), объединили в `multifasta (seqtk seq)` и конвертировали в `nex`. Далее в `mrBayes v.3.2.6` было построено дерево GTR+Г, опция `prset treeaeger = gamma (200,100)`, с высоко достоверной поддержкой всех узлов ветвления (рис. 1).

Как на кладограмме, так и на дереве кроноцкие гольцы разделяются на три линии: хищников (W и L), глубоководных (S) и литоральных носатых (N1–3) гольцов. Внутри линий произошла вторичная диверсификация на современные формы. Индивидуальные профили экспрессии за редким исключением сгруппированы по формам. На уровне экспрессии генома хищные гольцы, в особенности форма W, больше прочих кроноцких форм похожи на мальму (DV). Дерево ожидаемо демонстрирует отделение клады кроноцких гольцов от мальмы, что подтверждает монофилетическое происхождение всех кроноцких форм, показанное нами ранее [Woronowicz et al., 2024].

Далее, для того, чтобы провести анализ функционального обогащения транскриптов, мы выполнили поиск ортологов *Danio rerio* с использованием базы данных OrthoDB. Анализ функционального обогащения для ортологов выявил 317 биологических процессов (отдельно для пере- и недо- экспрессированных генов). Большинство ключевых процессов было объединено в группы терминов по генной онтологии (рис. 2). Каждый из этих процессов (терминов) имел различия по экспрессии при сравнении любой из пар форм, что позволяет выявить специфические черты транскриптома для каждой из них.

Предковая мальма (форма DV) достоверно отличается от разных кроноцких форм по дифференциальной экспрессии 45 (L) — 2021 (N3) генов/локусов. Прежде всего мальма характеризуется более высокой по сравнению со всеми кроноцкими формами экспрессией генов структурных мышечных белков (актин, миозины, тропонины, актинины и др.) и генов, отвечающих за рост скелета и внеклеточного матрикса. Также у мальмы повышена экспрессия генов, связанных с формированием саркомеров сердца. При этом экспрессия генов, отвечающих за развитие мозга и рост нервной ткани, у мальмы снижена (это гомеобоксные транскрипционные факторы семейств LHX, POU, SOX, BSX, IRX). Мальма, по-видимому, уступает кроноцким формам в развитии мозга и его размерах. У мальмы достоверно повышена

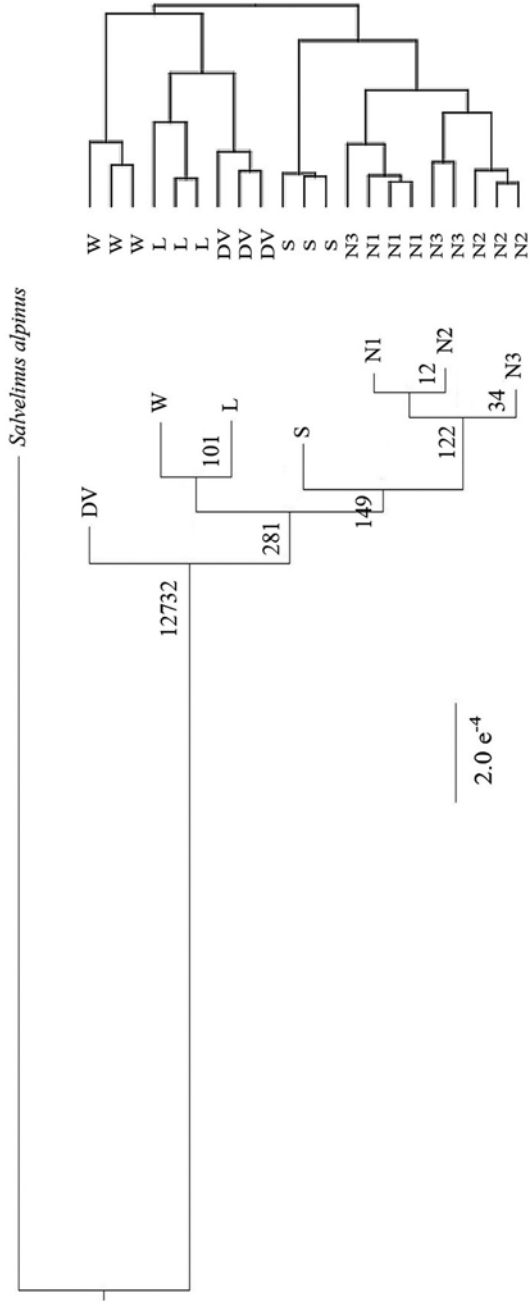


Рис. 1. Филогенетические взаимоотношения голецов бассейна Кроноцкого озера (расшифровки форм см. в тексте) по полиморфизму консенсусных последовательностей экзонов суммарной длиной 94569730 н.о. (слева, дерево нарисовано в масштабе, в узлах показано число замен) и по всем 7958 достоверно дифференциально экспрессируемым локусам/генам (справа)

активность иммунной системы. Возможно, кроноцким формам не требуется столь же интенсивно расходовать ресурсы на поддержание иммунитета, поскольку в течение жизни они не меняют среду обитания с пресноводной на морскую и обратно. Наконец, для мальмы получены данные по сравнительно более высокой экспрессии ряда факторов ионной проводимости тканей. Они не вошли в основные выделенные группы терминов по генной онтологии, но, вероятно, эти факторы играют роль в смолтификации и инверсии водного-солевого обмена при миграции в море.

Функциональное обогащение выявило ряд терминов, различающихся экспрессией между линиями кроноцких гольцов. Хищные формы (L и W) выделяются повышенной экспрессией генов, отвечающих за развитие сердца, роста и развития скелета, а также активность клеточного деления (пролиферации). Последняя группа включает гены ферментов (хеликазы RecQ, топоизомеразы II, киназы Chk1, ДНК полимеразы  $\alpha$ I) и других белков (кинезины, белки центромеры). Глубоководные гольцы (S) отличаются сниженным энергетическим метаболизмом (гены гликолиза и окислительного фосфорилирования) и невысокими темпами развития мышечной ткани. При этом у них высоко экспрессированы гены структурных и функциональных белков глаза (кристаллины, опсины, G-белки фоторецепторов). Вероятно, это компенсирует падение эффективности зрения при низкой освещённости на глубине. Особенностью носатых гольцов (N1, N2 и N3) является пониженная экспрессия генов, вовлечённых в развитие скелета, его оссификацию и развитие внеклеточного матрикса. У носатых гольцов наблюдается сниженная экспрессия генов специфических коллагенов и сниженная активность факторов семейства IRF, являющихся партнёрами STAT. В частности, у носатых гольцов по сравнению с другими линиями изменена активность экспрессии гена *mmp9*, отвечающего в раннем онтогенезе за развитие нёба.

При сравнении кроноцких форм между собой обнаружено, что формы L и N2 характеризуются сравнительно более высокой, а S и N1 — низкой экспрессией генов структурных саркомеров и специфических регуляторов развития мышечной ткани (пептид MyoD, факторы миогенеза MRF). Эти различия отражают преобладание дифференцированной мышечной ткани в головах форм L и N2 и относительно слабое развитие мышц в головах S и N1. Такие же различия между кроноцкими формами наблюдаются для экспрессии генов, вовлечённых в энергетический метаболизм.

Наряду с развитием мышечной системы, форма L имеет более высокую, чем у других кроноцких форм, экспрессию генов, отвечающих за рост и развитие скелета, а также генов внеклеточного матрикса, экспрессируемых в скелетной ткани. Вторая хищная форма, W, отличается очень высокой экспрессией генов, вовлечённых в клеточное деление и пролиферацию

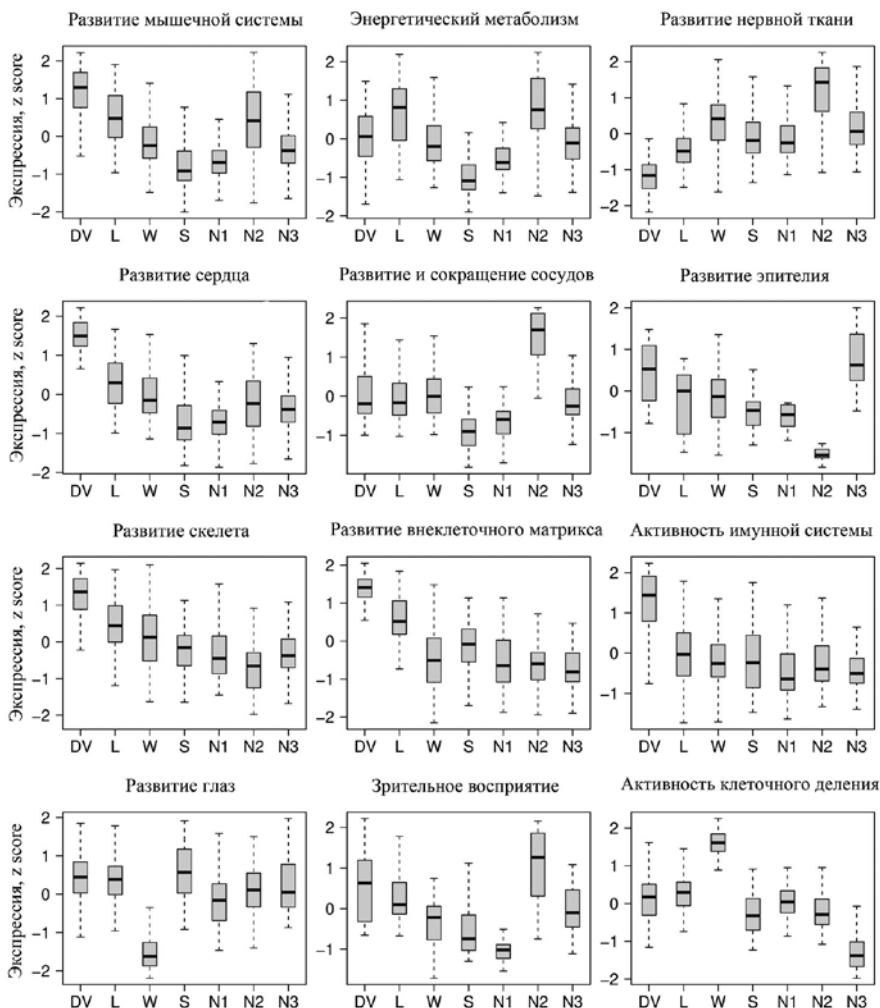


Рис. 2. Дифференциальная экспрессия генов/локусов, принадлежащих ключевым функциональным группам терминов, которые демонстрируют транскриптомные различия между гольцами бассейна Кроноцкого озера (расшифровки форм см. в тексте)

соединительных тканей. Отличительной особенностью формы N2 оказалась высокая степень экспрессии генов, вовлечённых в васкуляризацию мышц (развитие сосудов), а формы S и N1 отличаются пониженной экспрессией этих генов. Также у N2 высоко экспрессированы гены роста нервной ткани

и гены нервной проводимости (ионные каналы, пары нейроактивный рецептор — лиганд). У этой формы самая развитая нервная система среди кроноцких гольцов, в то время как у специализированного хищника L она неожиданно развивается с торможением. Экспрессия генов, вовлечённых в зрение и развитие глаза, снижена у формы W. Это гены транскрипционных регуляторов, необходимых для развития глаза (семейства гомеобокс сетчатки ALX, SIX, SOX и проводимости зрительного нерва). По паттерну процессов зрительного восприятия (гены структурных белков и рецепторов кристаллинов и опсинов) форма W занимает промежуточное положение; данная группа генов высоко экспрессирована у формы N2 и низко у N1. Отличительной особенностью формы N3 является самая низкая экспрессия генов, вовлечённых в деление клеток соединительной ткани, на фоне самой высокой экспрессии генов, отвечающих за рост и специализацию клеток эпителия, в том числе сенситивного (обонятельного) эпителия (эти процессы подавлены у N2). Активность регуляторов роста эпителиальных тканей у N3 хорошо согласуется с особым строением рострума взрослых особей — только у этой формы рострум покрыт сенситивным эпителием.

С учётом полученных генетических дистанций по точечным заменам в экзоне (рис. 1), изоляцию предка кроноцких гольцов от проходной мальмы можно примерно датировать концом среднего неоплейстоцена. Разделение линий кроноцких гольцов, по-видимому, произошло после окончания последнего ледникового максимума, а диверсификация форм началась в голоцене. Возраст этой радиации не достаточен для накопления значимых генетических различий (сходство генома кроноцких форм в среднем составляет 99.99987%), и мутации затрагивают немногие ключевые гены-регуляторы с плейотропным действием, в частности, гены восприятия сигналов от тиреоидных гормонов и факторы дифференциации соединительной ткани в голове [Woronowicz et al., 2024]. Дивергенция адаптивных фенотипов на молекулярном уровне по большей части обеспечивается дифференциальной экспрессией областей генома, отвечающих за ключевые процессы роста и дифференциации соматических тканей, энергетический метаболизм, проводимость нервных сигналов, а также проводимость меж- и внутриклеточных сигналов. Дивергенции каналов морфогенеза, по-видимому, способствовала релаксация отбора и снижение расходования ресурсов предка на поддержание иммунитета, подготовку к смолтификации и быстрый рост мышц и скелета. Морфогенез каждой из кроноцких форм сопряжён с гетерохронным изменением темпов ключевых физиологических процессов в раннем постнатальном развитии. За счёт разницы в физиологии роста и развития формы постепенно накапливают морфологические различия; ко времени занятия специфических дефинитивных

ниш они приобретают разные адаптивные морфотипы, дающие преимущества при том или ином образе жизни.

**Финансирование.** Исследование проводится при поддержке программы академического лидерства «Приоритет-2030» Министерства науки и высшего образования России (национальный проект «Наука и университеты»).

## Литература

*Esin E. V., Bocharova E. S., Borisova E. A., Markevich G. N.* 2020. Interaction among morphological, trophic and genetic groups in the rapidly radiating *Salvelinus* fishes from Lake Kronotskoe // *Evol. Ecol.* — Vol. 34. — P. 611–632. DOI: 10.1007/s10682-020-10048-y

*Esin E. V., Markevich G. N., Melnik N. O., Zlenko D. V., Shkil F. N.* 2021. Ambient temperature as a factor contributing to the developmental divergence in sympatric salmonids // *PloS One.* — Vol. 16(10). — e0258536. DOI: 10.1371/journal.pone.0258536

*Woronowicz K. C., Esin E. V., Markevich G. N., Daane J. M., Harris M. P., Shkil F. N.* 2024. Phylogenomic analysis of the Lake Kronotskoe species flock of Dolly Varden charr reveals genetic signatures of sympatric radiation // *bioRxiv.* DOI: 10.1101/2023.02.24.529919



**ВКЛАД Г.У. ЛИНДБЕРГА В ИЗУЧЕНИЕ КОТТОИДНЫХ РЫБ;  
СОВРЕМЕННОЕ ПРОДОЛЖЕНИЕ: МОРФОЛОГИЧЕСКАЯ  
ИЗМЕНЧИВОСТЬ ОХОТСКОГО ИЦЕЛА *ICELUS OCHOTENSIS*  
SCHMIDT, 1927 (COTTIFORMES: COTTIDAE)**

**А. А. Зорина**

Зоологический институт (ЗИН) РАН, Санкт-Петербург

*G. U. Lindberg's contribution to the study of Cottoid fishes; modern continuation:  
morphological variability of Okhotsk sculpin *Icelus ochotensis* Schmidt, 1927  
(Cottiformes: Cottidae)*

**A. A. Zorina**

Zoological Institute (ZIN) RAS, St. Petersburg

Георгий Устинович Линдберг (1894–1976) — выдающийся советский ихтиолог и зоогеограф, доктор биологических наук, профессор. Он внёс значительный вклад в научную и педагогическую сферы деятельности страны. Насыщенную общественной деятельностью жизнь Линдберга можно разделить на несколько периодов. Один из наиболее продуктивных сопряжён с работой на Дальнем Востоке (1923–1932 гг.), где происходит его становление в качестве ихтиолога и биогеографа, начинается его педагогическая деятельность в высших учебных заведениях, проявляются способности организатора мероприятий широкого масштаба.

Линдберг внёс существенный вклад в изучение морской и пресноводной ихтиофауны Дальнего Востока. Наибольшее значение имеет его много томное издание «Рыбы Японского моря и сопредельных частей Охотского и Жёлтого морей», последние тома которого (1987, 1993, 1997) были опубликованы сотрудниками ЗИН в значительной мере на основе его рукописей. Немалое внимание Г. У. Линдберг уделил семейству керчаковых рыб Cottidae, которому посвящено несколько отдельных публикаций. В фаунистической сводке [Линдберг, Красюкова, 1987] содержится обзор рыб этого семейства, даётся представление о его видовом разнообразии в дальневосточных морях.

Линдберг включал Cottidae в отряд Scorpaeniformes подотряда Cottoidei, принимая его в составе 14 подсемейств и более 70 родов. Из них 11 подсемейств (суммарно — 54 вида из 27 родов) были отмечены для Японского моря и сопредельных вод. Кроме того, совместно с В. К. Солдатовым, Линдберг внёс вклад в расширение представлений о разнообразии дальневосточных коттид, описав новый род из залива Петра Великого.

Систематика коттоидных рыб изучена многими авторами [Regan, 1913; Берг, 1940; Tsuruoka et al., 2006; Nelson, 2016]. В настоящее время семейство насчитывает около 275 видов из 70 родов [Møller, 2005; Кноре, 2013]; представители всех родов встречаются в дальневосточных морях. Систематика семейства Cottidae претерпела значительные изменения после работ Г. У. Линдберга, однако и по сей день сводка по ихтиофауне Японского моря и прилегающих вод служит важным источником для формирования представлений о разнообразии фауны рыб морей Дальнего Востока.

Наши исследования продолжают направление, заложенное Георгием Устиновичем.

Объект нашего изучения — рыбы рода *Icelus* Krøyer, 1845, представленные наиболее разнообразно в дальневосточных морях. Это — придонные шельфовые рыбы небольших размеров, распространённые в Северной Пацифике, Арктике и в северной части Атлантического океана. Систематика рода недостаточно разработана. В отношении его систематического положения существуют разные точки зрения [Jordan, 1923; Берг, 1940; Таранец, 1941; Шмидт, 1950; Берг, 1955; Линдберг, Красюкова, 1987; Токранов, 2016; Nelson, 2016].

Наши исследования посвящены одному из дальневосточных представителей рода *Icelus* — охотскому ицелу *I. ochotensis* Schmidt, 1927. В ходе первого этапа работы был установлен состав его типовой серии, хранящейся в коллекциях Зоологического института РАН (ЗИН), обозначен лектотип, выполнено сравнение охотского ицела с морфологически сходными видами, проведено уточнение его диагностики и распространения [Chernova, Zorina, 2024].

Анализ имеющихся материалов по охотскому ицелу расширил представления об его ареале. Появилась возможность изучить вопрос о наличии географической изменчивости вида по экземплярам из двух удалённых регионов (Охотское и Берингово моря). Наличие в материале молоди и особей обоих полов позволяло провести также анализ половой и возрастной изменчивости.

Целью текущего исследования было изучение морфологической изменчивости *I. ochotensis* для уточнения его диагностических признаков. Для достижения цели были поставлены следующие задачи: 1) на основе анализа меристических и пластических признаков особей из фондовых коллекций ЗИН провести исследование размерно-возрастной изменчивости и полового диморфизма; 2) оценить наличие географической изменчивости, изучив материалы из двух регионов (Охотское и Берингово моря); 3) уточнить диагностические признаки охотского ицела с учётом полученных данных об изменчивости.

**Материалы и методы.** В работе использованы материалы ЗИН, собранные рядом экспедиций за длительный период исследований фауны Дальнего Востока (1913–1978 гг.). Всего обработано 79 экз. охотского ицела из нескольких



Рис. 1. Районы сбора (отмечены кружками) обработанных материалов *Icelus ochotensis*

районов Охотского моря и юго-западной части Берингова моря (рис. 1). Подробные сведения о местонахождениях опубликованы [Chernova, Zorina, 2024].

Изученные экземпляры. *I. ochotensis*: 79 экз. с 14 станций, абсолютная длина  $TL$  41–121 мм.

Типовая серия (Охотское море). Лектотип ЗИН № 21898, самка  $TL$  92 мм,  $SL$  77 мм, близ м. Алевина,  $58^{\circ}48.5$  с. ш.,  $151^{\circ}18.5$  в. д., 23.08.1913, глуб. 55 м (обозначен: Chernova, Zorina, 2024). Паралектотипы: ЗИН № 21899 (1), ЗИН № 21901 (7), ЗИН № 21902 (9), ЗИН № 21903 (14).

Прочие материалы. Охотское море: ЗИН № 34936 (3), № 40588 (15), № 44821 (2), № 44822 (2), № 44823 (5), № 44824 (7), № 44925 (1), № 56960 (1).

Берингово море: ЗИН № 33426 (2), № 33633 (1).

В анализе были использованы 22 меристических (счётных) признака и 42 индекса промеров (всего 64), которые рассчитывали относительно длины тела ( $SL$ ), длины головы ( $c$ ) и диаметра глаза ( $o$ ). Число лучей плавников, чешуй (в боковой линии и в дорсальном ряду) и аксиллярных чешуй (расположенных на теле за основанием грудного плавника) подсчитывали с использованием светового бинокулярного микроскопа. Число позвонков и лучей непарных плавников определяли по рентгенограммам, полученным на многофункциональной передвижной рентгеновской установке ПРДУ 2021 («ЭЛТЕХ–Мед»). При обработке материала использовали традиционные методы вариационной статистики. Обработку данных проводили в среде Excel 2016. Подробнее: см. Chernova, Zorina [2024].

**Результаты.** Сравнительный анализ показал, что по большей части использованных 64 индексов и счётных признаков различия между выборками отсутствуют. Диапазоны варьирования многих признаков заметно перекрываются.

Наибольшие статистически достоверные различия между соответствующими сравниваемыми группами экземпляров рыб представлены ниже.

*Половая изменчивость.* Изучены 29 самцов *TL* 61–77 мм и 23 самки *TL* 65–121 мм. Предыдущие исследования других видов рода *Icelus* показали, что самки в целом крупнее самцов [Зорина, Чернова 2022], что характерно и для охотского ицела. В ходе анализа половой изменчивости было также выявлено, что у самок более высокий профиль, т. е. голова (25.6 против 23.7% *SL*) и туловище (28.0 против 26.5% *SL*) в среднем выше, тело шире (20.8 против 19.0% *SL*), рот больше (длина верхней челюсти 21.5 против 20.0% *SL*), но анальный плавник короче (длина 35.7 против 39.7% *c*), диаметр глаза меньше (31.2 против 35.5% *c*), затылочные шипы короче (28.7 против 32.4% *o*). В ходе исследования изменчивости кожного чешуйного вооружения, было показано, что различия имеются только в длине и характере чешуй дорсального ряда. У самцов он более протяжённый и содержит, соответственно, больше чешуй: 29–35 (в среднем 32.3) против 26–33 (30.5), и они сравнительно более мелкие, чем у самок (на отрезок, равном диаметру глаза, приходится в среднем 6 чешуй, а у самок — 5).

*Размерно-возрастная изменчивость.* Изучены две размерные группы, представляющие собой смешанные выборки их двух морей: 52 экз. взрослых особей *TL* 61–121 мм и 27 экз. молоди *TL* 41–59 мм. В ходе анализа данного типа изменчивости было отмечено сравнительное увеличение с ростом особей высоты головы (35.5 против 36.4% *SL*) и размера рта (длины верхней челюсти — 50.0 против 57.7% *c*), что может быть объяснено переходом на более крупные объекты питания (креветки, мальки рыб). Кроме того, у экземпляров меньшей размерной группы антеанальное расстояние (т. е. туловищная часть тела) немного длиннее (6.5 против 6.1% *SL*), промежуток между глазами больше (27.3 против 20.2% *o*), затылочные шипы крупнее (27.3–45.5 (37.1) против 21.8–40.0 (30.4)% *o*), надглазничные кожистые придатки длиннее (9.1–27.3 (17.2) против 5.6–18.2 (11.4)% *o*). Различий по счётным признакам у двух размерных групп не выявлено.

*Географическая изменчивость* была изучена для групп экземпляров из четырёх районов: западное побережье Охотского моря (63 экз.), расположенный в открытом море остров Ионы (9 экз.), северная часть Охотского (2 экз.) и юго-западная часть Берингова морей (3 экз.). Было проведено сравнение рыб из всех районов между собой, но наибольший интерес представляют данные, полученные при изучении двух наиболее географически удалённых групп: из Охотского моря и Берингова моря. Анализ показал, что при продвижении с юго-запада на северо-восток сравнительно увеличивается число лучей второго спинного (в среднем с 17 до 19) и хвостового (с 11 до 12) плавников, число всех позвонков (с 38–39 до 40), количество чешуй

боковой линии (с 40 до 42). Обратный характер изменений имеют такие признаки, как число чешуй дорсального ряда (их количество уменьшается с 34 до 31), а также число рядов аксиллярных (расположенных на теле под грудным плавником) чешуй (в среднем с 6 до 4), достигающее восьми у охотоморских экземпляров и не превышающее шести у берингоморских, и общее количество аксиллярных чешуй: с 7–15 (в среднем 11) до 5–9 (в среднем 7). Такие тренды можно рассматривать как проявление клинальной изменчивости (постепенного изменения счётных признаков на протяжении ареала).

В ходе изучения географической изменчивости ицела внутри Охотского моря отмечено заметное отклонение по некоторым меристическим показателям у экземпляров из прибрежных вод о. Ионы. В сравнении с особями из других районов Охотского моря (а также Берингова моря), у них наблюдается наибольшее число чешуй в дорсальном ряду (в среднем 34, в других регионах — до 31), общее количество аксиллярных чешуй (11 против 7–9) и число их рядов (максимум до 8 рядов, в среднем — около 6, тогда как в остальных районах — 4).

**Заключение.** Результаты исследований показали, что диапазоны изменчивости большинства из 64 изученных признаков заметно перекрываются, причём даже в тех случаях, когда выявлены достоверные различия. Размерно-возрастная изменчивость и половой диморфизм проявляются по немногим признакам.

Учитывая наличие у ицелов заботы о потомстве (охрана самцами отложенной икры), половые различия могут быть объяснены особенностями поведения в период размножения: у самцов глаза больше, защитные структуры на теле более развиты.

По мере роста рыб изменения отдельных пропорций тела (высоты головы, длины верхней челюсти, промежутка между глазами) закономерны, поскольку по мере перехода габитуального облика от малькового состояния к взрослому увеличивается высота тела.

Несмотря на ограниченный материал из Берингова моря, выявлена географическая изменчивость ицела; сделаны первые выводы о наличии клинальной изменчивости при продвижении с юго-запада рассмотренного ареала на северо-восток в отношении общего количества позвонков, числа лучей второго спинного и хвостового плавников, числа чешуй (дорсального ряда, боковой линии и аксиллярных), а также количества рядов аксиллярных чешуй.

При использовании морфометрических признаков для диагностики видов *Icelus* необходимо, таким образом, учитывать изменение пропорций тела с возрастом, а также пол сравниваемых экземпляров, поскольку самки ицелов в целом крупнее самцов. В ходе применения счётных признаков

в качестве диагностических следует учитывать наличие, в частности у охотского ицела, географической (клинальной) изменчивости.

Автор благодарит Н.В. Чернову за содействие в проведении исследований и ценные комментарии, способствовавшие улучшению статьи, и старшего хранителя В.П. Пальм (ЗИН РАН) за помощь в работе с фоновыми материалами. Исследование выполнено в рамках гостемы ЗИН № 122031100285–3.

## Литература

- Берг Л. С. 1940. Система рыбообразных и рыб, ныне живущих и ископаемых. — М.; Л.: Изд-во АН СССР. — 517 с.
- Берг Л. С. 1955. Система рыбообразных и рыб, ныне живущих и ископаемых. 2-е изд. — М.; Л.: Изд-во АН СССР. — 286 с.
- Зорина А. А., Чернова Н. В. 2022. Морфологическая изменчивость и диагностика двух видов керчаковых рыб *Icelus bicornis* и *I. spatula* (Cottiformes: Cottidae) из Арктики // Тр. ЗИН РАН. — Т. 326. — № 2. — С. 86–101.
- Линдберг Г. У., Красноякова З. В. 1987. Рыбы Японского моря и сопредельных частей Охотского и Жёлтого морей. Ч. 5. (Scorpaeniformes). — Л.: Наука. — 526 с.
- Таранец А. Я. 1941. К классификации и происхождению бычков семейства Cottidae // Изв. АН СССР. — № 3. — С. 427–447.
- Токранов А. М. 2016. Пищевая специализация рогатковых рыб подсемейства Icelinae (Cottidae) в прикамчатских водах // Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей: Мат-лы XVII Междунар. науч. конф. — Петропавловск-Камч.: Камчатпресс. — С. 247–251.
- Шмидт П. Ю. 1950. Рыбы Охотского моря // Тр. Тихоокеан. ком. АН СССР. — М.; Л.: Изд-во АН СССР. — Т. VI. — 370 с.
- Chernova N. V., Zorina A. A. 2024. Okhotsk sculpin *Icelus ochotensis* (Cottiformes: Cottidae) is a complex; redescription of the type series // Proc. Zool. Inst. RAS. — Vol. 328. — № 2. — P. 323–342.
- Jordan D. S. 1923. A classification of fishes including families and genera as far as known // Stanford University Publications, Univ. Ser., Biol. Sci. — Vol. 3. — № 2. — P. 77–243.
- Knape M. L. 2013. Phylogenetics of the marine sculpins (Teleostei: Cottidae) of the North American Pacific Coast // Mol. Phylogenet. Evol. — Vol. 66. — P. 341–349.
- Moller P., Nielsen J. G., Anderson M. E. 2005. Systematics of Polar Fishes // Fish Physiol. — Vol. 22. — P. 25–78.
- Nelson J. S., Grande T. C., Wilson M. V. H. 2016. Fishes of the World. 5th Ed. — Hoboken, New Jersey: John Wiley and Sons. — 707 p. DOI: 10.1002/9781119174844
- Regan Ch. T. 1913. The osteology and classification of the Teleostean fishes of the Order Scleroparei // Ann. Mag. Nat. Hist. — Vol. 11. — № 62. — P. 169–184. DOI: 10.1080/00222931308693305
- Tsuruoka O., Munehara H., Yabe M. 2006. A new cottid species, *Icelus sekii* (Perciformes: Cottoidei), from Hokkaido, Japan // Ichthyol. Res. — Vol. 53. — P. 47–51.

## МЕХАНИЗМЫ ДИНАМИКИ КИСЛОРОДА В ВОДНОЙ СРЕДЕ И ФАКТОРЫ, ЕЁ ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ

Н.П. Несговорова, Н.Г. Прусова, В.Г. Савельев, Е.Е. Сединкина  
Курганский государственный университет

*Mechanisms of oxygen dynamics in the aquatic environment and factors determining it*  
N.P. Nesgovorova, N.G. Prusova, V.G. Savelyev, E.E. Sedinkina  
Kurgan State University

**Введение.** Актуальность данной работы заключается в том, что большинство живых существ на планете Земля испытывают необходимость в кислороде и его соединениях, обитатели водоёмов не исключение. Поэтому концентрация растворённого кислорода в воде является важным показателем благополучия жизнедеятельности организмов, а механизмы динамики кислорода в водоёме — важным аспектом для понимания жизнеобеспечения экосистем водоёмов в целом, обеспечения жизни водных организмов. Информация о динамике содержания растворённого кислорода в водных объектах необходима для сохранения биоразнообразия и экологического равновесия, а также для устойчивого использования водных ресурсов в различных отраслях деятельности [Несговорова и др., 2021; Несговорова, Савельев, 2023].

Цель нашего исследования — разработать теоретическое обоснование механизмов динамики кислорода в водной среде, создать модель их выявления, провести опытно-экспериментальную работу по оценке содержания кислорода и его динамике в водных объектах различного типа.

**Материалы и методика.** Для реализации данной цели были определены водоёмы различных округов Курганской области, которые поделили на проточные и стоячие, пресные и солёные (табл. 1, 2). Динамика растворённого кислорода прослеживается во всех водоёмах [Несговорова и др., 2023].

Основной метод определения содержания молекулярного кислорода в воде — кондуктометрический. Определение химически-поглощенного кислорода проводили при помощи перманганатного анализа [Бухтояров и др., 2015; Несговорова и др., 2017]. Статистическую обработку результатов производили в программе Excel. Она заключалась в расчёте коэффициентов корреляции Пирсона. На основе факторного анализа разработаны корреляционные модели.

Таблица 1. Объекты исследования. Стоячие и проточные водоёмы

№	Проточные	Стоячие
1	Река Синара (Катайский округ)	Озеро Горькое (Щучанский округ)
2	Река Падь (Белозерский округ)	Озеро Медвежье (Петуховский округ)
3	Река Суерь (Белозерский округ)	Озеро Горькое (Звериноголовский р-н)
4	Ручей Чимеевский (Белозерский округ)	Искусственные водоёмы (Звериноголовский округ)
5	Река Карагайка (Белозерский округ)	Озеро Могильное, д. Ягодная (Белозерский округ)
6	Озеро Чаша (Варгашинский округ)	

Таблица 2. Объекты исследования. Пресные и солёные водоёмы

№	Пресные	Солёные
1	Река Синара (Катайский округ)	Озеро Горькое (Щучанский округ)
2	Река Падь (Белозерский округ)	Озеро Медвежье (Петуховский округ)
3	Река Суерь (Белозерский округ)	Озеро Горькое (Звериноголовский округ)
4	Река Карагайка (Белозерский округ)	
5	Ручей Чимеевский (Белозерский округ)	
6	Озеро Чаша (Варгашинский округ)	
7	Искусственные водоёмы (Звериноголовский округ)	
8	Озеро Могильное, д. Ягодная (Белозерский округ)	

**Результаты исследования.** Для обобщения теоретических положений была разработана многофакторная модель, рассмотрим её по блокам [Несголова, Савельев, 2014]. Ядром данной модели является экосистема. Она отражает взаимосвязи между фитопланктоном, зоопланктоном и nekтоном (рис. 1). На ядро модели оказывают влияние следующие лимитирующие факторы: свет, содержание кислорода в воде, температура воды, химический состав воды, и фоновые факторы: скорость ветра, атмосферное давление, почва прибрежных территорий.

Следующим блоком, оказывающим влияние на действие одного из главных лимитирующих факторов — содержание растворённого кислорода, является динамика слоёв воды. В нашем исследовании было взято перемешивание воды между её верхним и средним слоями. Результатом перемешивания воды между слоями является выравнивание её физико-химических характеристик.



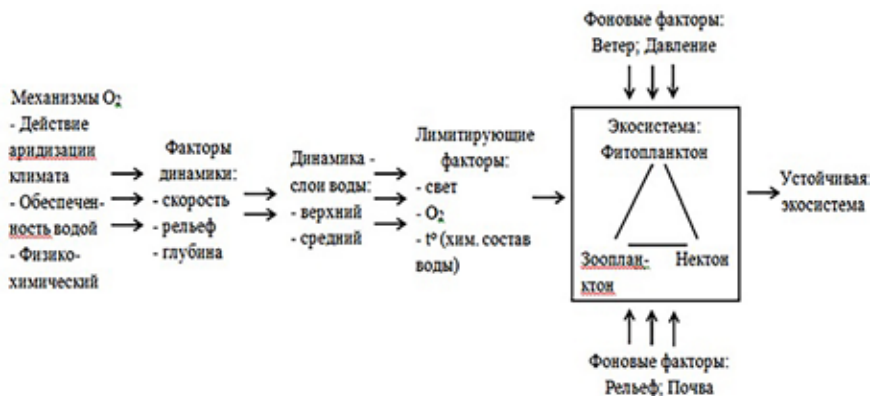


Рис. 1. Динамики экосистемы устойчивого водного сообщества

В то же время на динамику слоёв воды в первую очередь в проточных водоёмах, влияют такие факторы динамики, как скорость течения, рельеф и глубина водоёма.

Следующими факторами внешнего средового воздействия могут быть механизмы, оказывающие влияние на растворённый кислород, такие как: действие аридизации климата, обеспеченность водой водного сообщества и некоторые физико-химические механизмы. Если действие всей суммы рассматриваемых факторов будет благоприятным, то система будет представлена устойчивым водным сообществом, степень устойчивости которого отражается в уровнях устойчивости.

*Результаты оценки состояния экосистем.* Определение количества фитопланктона и зоопланктона, присутствующего в исследуемых водоёмах, позволило сделать следующие выводы (рис. 2).

Максимальное количество особей наблюдается в объектах — «Чимеево, ручей» и «оз. Могильное», минимальное — в «оз. Медвежье» и «оз. Чаша». На численность фито- и зоопланктона в водоёме в первую очередь влияет содержание растворённого кислорода, что доказано корреляционным анализом, а также климатические условия, время года, степень загрязнения водоёма и многие другие факторы. С уменьшением содержания растворённого кислорода в водоёмах ухудшается качество воды. Результат — снижение биоразнообразия обитателей водного сообщества. Данный фактор в экосистеме имеет большое значение для её функционирования, поддержания жизни организмов и обеспечения баланса в биогеохимических процессах (рис. 3).

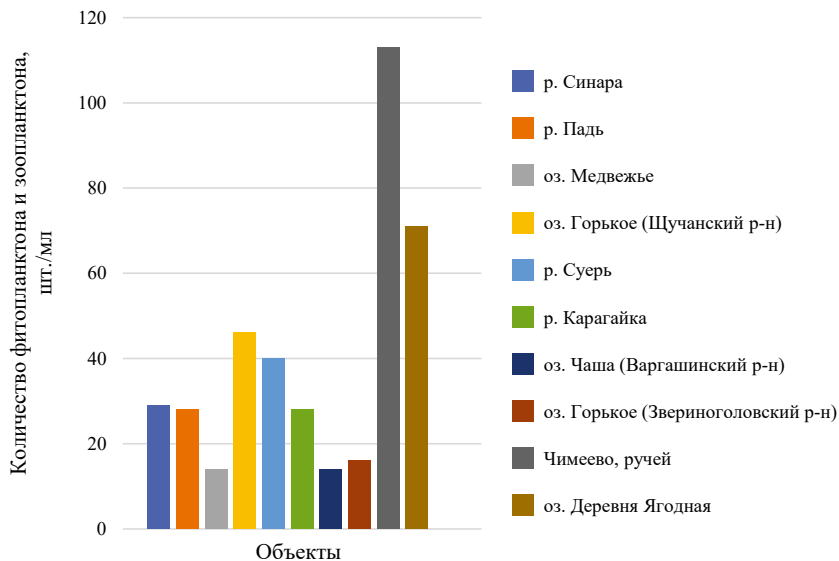


Рис. 2. Количество фитопланктона и зоопланктона в исследуемых водоёмах

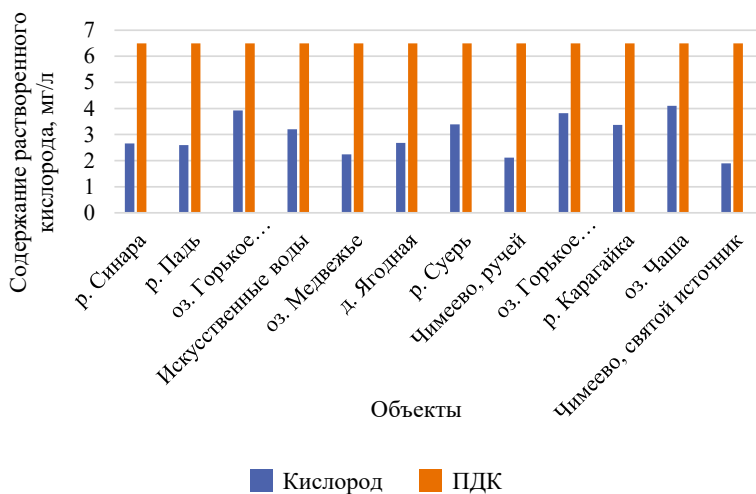


Рис. 3. Содержание растворённого кислорода в водах водоёмов

По результатам исследования можно предположить, что наиболее устойчивыми экосистемами являются такие исследуемые объекты, как экосистемы «оз. Горькое — Виктория», «р. Суерь», «оз. Горькое Зверино-головское», «оз. Чаша», так как их показатели содержания растворённого кислорода являются максимальными. Низкое содержание растворённого кислорода является следствием загрязнения вод окисляющими веществами, кроме того, высокими температурами воды (рис. 3).

Повышенный уровень химически-поглощенного кислорода является прямым доказательством того, что в воде содержится избыток органических соединений.

К исследуемым объектам с повышенным уровнем ХПК можно отнести «р. Падь», «р. Синара». Чем выше содержание ХПК в водоёме, тем экосистема менее устойчива (рис. 4).

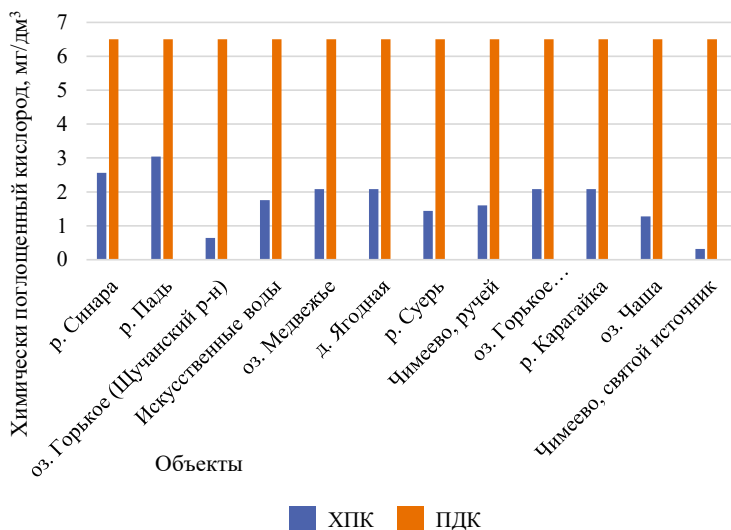


Рис. 4. Содержание химически поглощённого кислорода в водоёмах, мг (0)/дм<sup>3</sup>

Следовательно, чем больше растворённого кислорода в водоёме и меньше содержание ХПК, тем устойчивее водное сообщество. Среди исследуемых водных объектов устойчивыми могут являться «оз. Горькое — Виктория», «оз. Чаша» и «оз. Горькое Зверино-головское».

Максимальным значением температуры обладает вода оз. Медвежьего, а минимальным — р. Синара. По литературным данным, температура воды оказывает значительное влияние на содержание растворённого кислорода в ней: чем теплее вода, тем ниже содержание кислорода, и наоборот

[Бухтояров и др., 2015]. Чаще всего такая закономерность проявляется при повышении температуры воды до 27 °С. Однако в природных водных объектах содержание кислорода в воде зависит от множества факторов (глубины водоёма, состава гидробионтов, минерализации воды, её химического состава). На практике, при использовании инструментального метода анализа растворённого кислорода в воде, данная закономерность не всегда обнаруживается. Наблюдаются отклонения, например, при температуре воды больше 30 °С (оз. Чаша) выявлено более высокое содержание растворённого кислорода, по сравнению с другими объектами. Это объясняем большей глубиной данного водоёма, более интенсивным обменом воды между слоями. В другом объекте (руч. Чимеевский) при невысокой температуре воды в 12 °С содержание кислорода остаётся очень низким, что связано с застаиванием воды из-за небольшой длины ручья и незначительного уклона для стекания воды (рис. 5).

Кроме того, повышенная температура ускоряет метаболические процессы у рыб, в результате чего их потребность в кислороде повышается именно в то время, когда его содержание в воде снижается. С этой проблемой можно справиться путём более интенсивной аэрации (рис. 5).

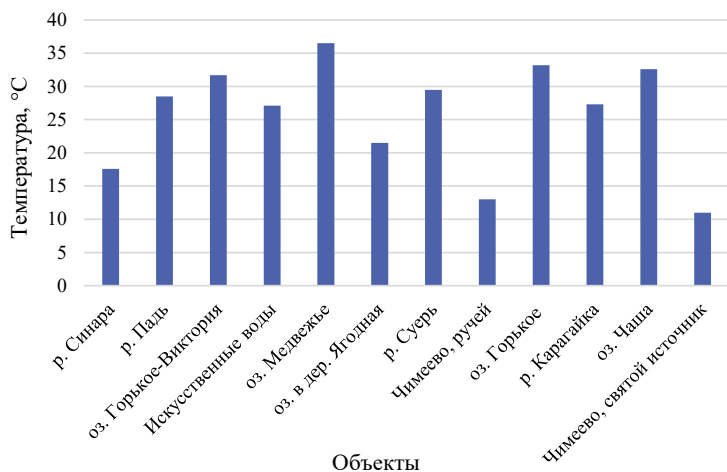


Рис. 5. Температура воды в водоёмах

Проведя анализ корреляционных связей между выявленными показателями, приходим к выводу — положительных корреляционных связей больше, чем отрицательных связей между исследуемыми показателями. Это означает, что изменения в одном из рассматриваемых факторов, как

правило, сопровождаются изменениями в аналогичную сторону другого фактора. Это указывает на наличие связей между исследуемыми переменными (рис. 6).

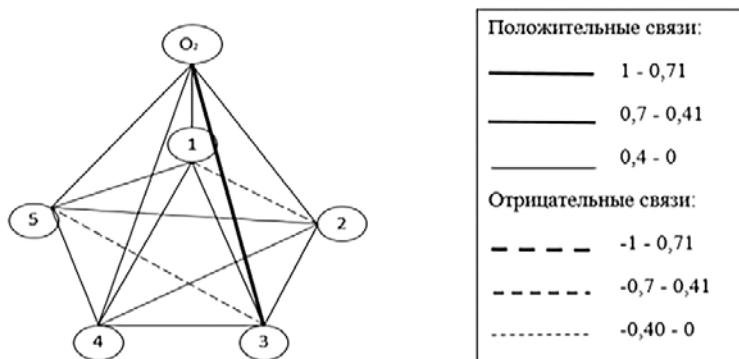


Рис. 6. Корреляционные связи кислорода с разными показателями. Примечание:  $O_2$  – кислород; 1 – биоразнообразие; 2 – температура; 3 – pH; 4 – гидрокарбонаты; 5 – химически-поглощенный кислород

После рассмотрения корреляционных связей между исследуемыми показателями была разработана модель факторов, определяющих уровень содержания кислорода в воде (рис. 7).

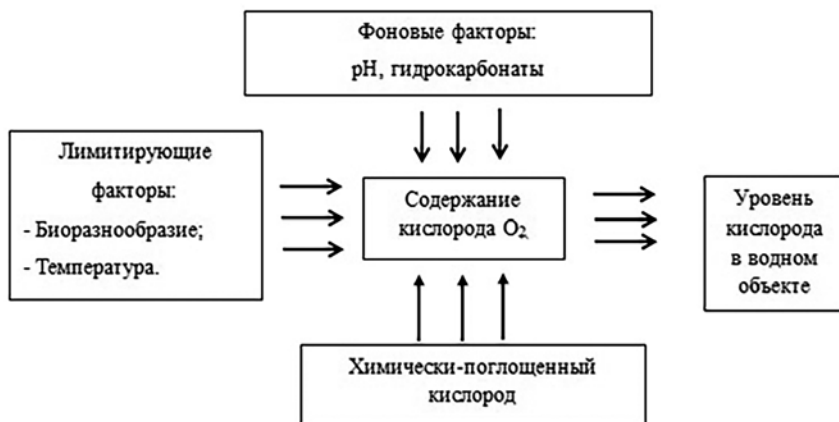


Рис. 7. Модель факторов, определяющих уровень кислорода в воде

В целом, в результате проведённой работы выяснили, что на содержание кислорода в воде влияют такие механизмы как климатические особенности (температурный режим), уровень воды в водоёме, живые организмы экосистемы планктона и нейстона, в первую очередь обитающие в верхнем и среднем слое воды.

На основе полученных результатов исследования разработана модель динамики кислорода в воде, которая позволяет показать, как происходит обмен кислородом между живыми организмами и средой обитания и какие факторы оказывают на это воздействие. Проведённый анализ корреляционных связей подтверждает сделанные выводы.

**Заключение** В процессе проведения исследования проанализированы механизмы поступления растворённого кислорода в водную среду, и был сделан вывод, что кислород для водной экосистемы является наиболее важным экологическим фактором. Он поступает в воду из воздуха и выделяется растениями в процессе фотосинтеза. Содержание его в воде оказывает наибольшее влияние на жизненный цикл водной фауны и флоры, так как при низком уровне его содержания условия жизни в водоёме становятся непригодными для его обитателей. Следовательно, содержание растворённого кислорода в водоёме является важным индикативным фактором благополучия, экологического и санитарного состояния водоёмов, в первую очередь проточных.

Механизмы регуляции содержания кислорода в воде являются одним из важнейших факторов водной экосистемы. Он является основой для существования большинства форм жизни в водоёме и интегральным показателем общего состояния экосистемы, так как контролирует протекание многих химических, в том числе биохимических реакций.

Результатом исследования стала разработанная модель динамики растворённого кислорода в воде водоёмов. Модель показывает, как происходит обмен между живыми организмами и средой обитания и какие факторы оказывают на него воздействие.

Проведённый анализ корреляционных связей подтверждает, что изменения в одном из рассматриваемых факторов, как правило, сопровождаются изменениями в аналогичном направлении другого фактора. Что указывает на наличие связей между исследуемыми переменными.

Значимость работы заключается в том, что в процессе исследования выявлены факторы, которые оказывают лимитирующее и фоновое влияние на содержание растворённого кислорода в водной среде. Полученные знания могут быть использованы как основа для разработки мероприятий по аэрации водоёмов, а также в качестве контроля за процессами, происходящими в воде, с целью предотвращения экологических катастроф.

## Литература

Бухтояров О.И., Несговорова Н.П., Савельев В.Г., Иванцова Г.В., Богданова Е.П. 2015. Методы экологического мониторинга качества сред жизни и оценки их экологической безопасности. — Курган. — 239 с.

Несговорова Н.П., Завьялова О.Г., Абросимова И.В., Басырова Т.Г., Неумывакина Н.А., Мурсынина Л.В., Савельев В.Г. 2023. Эколого-географический атлас Курганской области. — Курган: Изд-во Курганского гос. ун-та. — 111 с.

Несговорова Н.П., Иванцова Г.В., Неумывакина Н.А., Савельев В.Г. 2017. Организация научно-исследовательской деятельности студентов: теоретико-прикладной аспект. — Курган. — 352 с.

Несговорова Н.П., Савельев В.Г. 2014. Основы системного анализа и моделирования экологических систем. — Курган. — 234 с.

Несговорова Н.П., Савельев В.Г. 2023. Комплексный анализ качества воды реки Тобол и Курганского водохранилища // Успехи соврем. естествознания. — № 2. — С. 47–57.

Несговорова Н.П., Савельев В.Г., Иванцова Г.В., Фирулина И.И. 2021. Мониторинг качества вод притоков реки Тобол // Успехи соврем. естествознания. — № 6. — С. 114–121.

## ОПИСАНИЕ ЦВЕТА В БИОЛОГИИ

**К. Э. Санамян, Н. П. Санамян**

Камчатский филиал Тихоокеанского института географии ДВО РАН,  
Петропавловск-Камчатский

*Description of color in biology*

**K. E. Sanamyan, N. P. Sanamyan**

Kamchatka Branch of Pacific Geographical Institute (KB PGI) FEB RAS,  
Petropavlovsk-Kamchatsky

«При описании объекта всегда полезно указывать его цвет; но там, где цвет является признаком, его описание становится совершенно необходимым. Насколько же несовершенным является описание, когда использована двусмысленная терминология, когда нет стандарта, на который можно было бы сослаться» [Syme, 1814, цит. по Paclt, 1983].

Цвет является одним из признаков живых организмов, который указывают в таксономических описаниях. В некоторых группах цвет не используется для определения и его приводят лишь для того, чтобы дать читателю более полное представление об описываемом организме (экземпляре или о виде в целом). Например, в таксономических описаниях асцидий (класс Ascidiacea) достаточно указать цвет общими словами («тело коричневое»), без подробностей. В других группах, таких как актинии (класс Actiniaria), имеет значение не столько сам цвет, сколько распределение пигмента по частям тела, т. е. рисунок, образуемый цветными пятнами, штрихами, линиями и т. п. В этих группах очень полезными для идентификации оказываются прижизненные цветные фотографии, при этом точность цветопередачи не так важна, важен общий рисунок, образуемый разными пигментами на поверхности тела. Описание цвета для групп, подобных упомянутым выше, проблем не составляет и далее не обсуждается.

Однако существуют таксономические группы, где точность описания цвета имеет ключевое значение для определения. Одной из таких групп являются грибы, в особенности агариковые (порядок Agaricales), к которым относятся большинство всем знакомых шляпочных грибов. Цвет спорового порошка является важнейшим таксономическим признаком, который приходится описывать очень точно. Простых определений, как, например, «коричневый» в их описаниях практически не встречается. Вместо них микологи



используют многочисленные названия оттенков, разобраться в которых человеку, не знакомому с группой, очень непросто. К примеру, в ключе для определения триб грибов сем. Cortinariaceae [Булах и др., 1990] различия в цвете спорового порошка указаны следующим образом: в одной из тез споровый порошок значится как «ржаво-бурый, реже охристо-бурый, табачно-бурый [...]», а в антитезе — как «табачно-, серо-, землисто-бурый [...]». Для других оттенков коричневого применяются такие термины как «пурпурно-бурый», «темно-бурый», «черно-бурый», «шоколадно-коричневый» и т. д. — все эти термины в микологии обозначают разные цвета, путать которые нельзя. При этом никаких ссылок на работы, где можно посмотреть, как выглядят эти варианты бурого, авторы не дают. Дело усложняется ещё и тем, что некоторые названия цветов употребляются микологами для обозначения цвета, имеющего мало общего с цветом, который под этим названием понимают не специалисты по группе. К примеру, споровые отпечатки энтоломовых грибов (сем. Entolomataceae) традиционно описываются микологами как «розовые», хотя в реальности их цвет имеет мало общего с цветом, называемым розовым в обиходе. Другой пример: в применении к окраске споровых отпечатков сыроежек (сем. Russulaceae) «охристые» отпечатки светлее, чем «жёлтые» и имеют более чистый жёлтый цвет (без красноты), хотя в бытовом понимании (а также в полиграфии и других отраслях, где цветовоспроизведение стандартизировано) — прямо наоборот: «жёлтый» всегда светлее и «чище», чем «охристый».

*Краткая история вопроса.* Попытки решить проблему точного и однозначного описания цвета предпринимались натуралистами с давних времён. Интересные обзоры и хронология большого количества (30 и 46) таких работ даны в статьях Paclt [1983] и Tucker и др. [1991]. Согласно Tucker и др. [1991], первым изданием, призванным упорядочить названия цветов для биологов, была работа Гарриса [Harris, 1776], переизданная в 1786 г. и озаглавленная “An exposition of English insects”, в которой размещены 72 акварели различных чистых и смешанных цветов, предназначенные для описания цвета насекомых. Судя по оцифрованной в 2016 г. копии этой работы (доступна на сайте Biodiversity Heritage Library, далее BHL), к настоящему времени цвета плашек этой таблицы безнадежно испорчены. В статье Paclt [1983] упоминаются и кратко охарактеризованы ещё более ранние работы, и первой указана публикация 1686 г., озаглавленная “Waller’s Catalogue of simple and mixt Colours”. В дальнейшем было издано множество других печатных работ, содержащих разнообразные таблицы именованных или нумерованных цветов, часть из которых получила популярность среди широкого круга биологов и регулярно цитируются. Наиболее цитируемой из них, пожалуй, является работа Ridgway [1912] “Color standards and color nomenclature”,

содержащая 1117 прямоугольников размером 25×12.5 мм разного цвета, каждый со своим названием. Часть же работ, наоборот, была предназначена для нужд узких специалистов по конкретным группам; в качестве примера можно привести шкалу, опубликованную Romagnesi [1967], содержащую 10 нумерованных плашек различных оттенков жёлтого цвета, предназначенную исключительно для определения цвета споровых отпечатков сыроежек, — данная шкала до настоящего времени является стандартной при описании и определении видов сыроежек.

*Проблемы, связанные с цветовыми таблицами и текущая ситуация с описанием цвета в биологии.* С таблицами цветов, подобных упомянутому выше, связаны две основные проблемы. Первая — конкретная таблица должна быть как у автора, описывающего таксон, так и у всех читателей его статьи. Между тем, большинство (если не все) подобных таблиц для биологов стали библиографическими редкостями и трудно доступны в оригинальном печатном виде. Часть из них доступна (или станет доступна в будущем) в электронном виде, но, как показывает практика, в большинстве случаев при сканировании библиотечных изданий принимаются недостаточные меры по обеспечению точности цветопередачи, и цвета в электронной версии отличаются от оригинала. В качестве примера можно привести находящийся в свободном доступе электронный вариант книги Бондарцева [1954] «Шкала цветов (пособие для биологов)», содержащий 115 цветowych плашек, с указанием русского и латинского названия каждого цвета. В электронном варианте цвета сильно искажены, некоторые плашки визуально неразличимы по цвету между собой.

Несколько лучше обстоит ситуация с упомянутыми выше таблицами Ridgway [1912], которые широко используются биологами (особенно в микологии). Уже в 1938 г. (т. е. всего через 26 лет после публикации) было замечено, что цвета в разных экземплярах этой книги различаются, и встал вопрос о приведении таблиц Ridgway к более постоянному, не меняющемуся со временем, стандарту. Такая работа была проделана Hamly [1949]. За основу взят хорошо сохранившийся и мало использованный ранее экземпляр книги Ridgway [1912]. По этому экземпляру составлена таблица соответствия цветных плашек из книги Ridgway цифробуквенным обозначениям цветов в колориметрической системе Манселла, разработанной в начале прошлого века. В её основе лежат три параметра: насыщенность, цветовой тон и светлота. Она всё ещё используется в наше время, хотя имеет свои ограничения (прежде всего она дискретна, т. е. описывает не все мыслимые цвета). В своей работе Hamly [1949] писал, что не всегда удавалось точно описать цвет плашки из таблиц Ridgway [1912] нотацией Манселла и для таких плашек приходилось давать наиболее близкий (но не идентичный)

цвет по Манселлу. Тем не менее похоже, что это лучшее, что у нас есть в настоящее время — обозначения цветов по Манселлу могут быть сконвертированы в любую современную колориметрическую систему Lab (и эта техническая задача нами выполнена) и точно воспроизведены. То есть мы можем визуализировать классические цвета из работы Ridgway [1912] такими, какими они были вскоре после публикации в хорошо сохранившемся экземпляре этой книги (с поправкой на ограничение системы Манселла, упомянутое выше). На сайте VHL имеется недавно (в 2012 г.) отсканированная копия книги Ridgway, причём на каждую страницу наложена цветная калибровочная шкала “ColorChecker 24”. Численные значения цвета каждой из 24 цветных плашек этой шкалы известны, что в теории позволяет более-менее привести в соответствие цвета на отсканированных страницах к оригиналу. Впрочем, в любом случае, на этих изображениях мы сможем увидеть лишь заметно искажённые временем цвета, отличающиеся от оригинальных.

Казалось бы, с развитием цветной фотографии и электронных публикаций, когда большинство научных журналов позволяют публиковать цветные фотографии, проблема описания цвета решается автоматически. Действительно, проблема цвета, как признака для заметного количества таксономических групп (например, таких, как актинии), полностью снимается возможностью публиковать цветные фотографии живых экземпляров. Однако это справедливо только для тех групп, для которых *точное* описание цвета изначально не требовалось. Как показывает практика, по фотографии спорового отпечатка, скажем, сыроежки, опубликованной в журнале, невозможно понять к какой плашке по шкале Romagnesi относится его цвет, часто даже трудно определить группу (их в этой шкале четыре). Вызвано это тем, что, во-первых, большинство авторов не могут подготовить выверенную по цветам фотографию, и, во-вторых, тем, что печать в большинстве научных журналов не предполагает точной настройки цветопередачи (это касается как pdf-версии статей, так и, тем более, печатных версий). И даже если фото отпечатка спор сыроежки будет идеально выверено автором, при печати может быть изменён как контраст, так и оттенок, что эквивалентно сдвигу по шкале Romagnesi.

Описанная ситуация в биологии сильно контрастирует с широким использованием хорошо разработанных методов численного представления цвета в других областях (компьютерная техника, фото/видео, полиграфия...). В таксономической же литературе авторы лишь изредка делают попытки указать цвет в виде чисел, чаще в формате RGB, либо, реже, в CMYK. Так, в большом определителе сыроежек Ванкувера (“Keys and Descriptions of Russulas found in southern Vancouver Island coastal forests”, авторство

не указано, доступен на сайте [www.svims.ca/council](http://www.svims.ca/council)) приведены четыре шкалы для определения цвета спор сыроежек (включая шкалу Romagnesi), для которых авторы указывают значения RGB. Однако ни RGB значения, ни, тем более, СМΥК, не предназначены сами по себе, без дополнительной информации, для однозначного определения цвета. Числа RGB показывают соотношение яркости трёх каналов монитора (красного, зелёного и синего), а СМΥК — количество краски разных цветов, положенных на бумагу или иной материал (при этом одни и те же количества краски на разном основании дадут разный цвет). Финальный цвет зависит от разных факторов: к примеру, если автор указал цвет как RGB = 255,0,0 (чисто красный), то, в зависимости от того в каком конкретном цветовом пространстве он работал (а их несколько: наиболее популярное — это sRGB, используемое по умолчанию во многих программах Windows, и, второе по популярности, Adobe RGB, которое стоит по умолчанию в программе Adobe Photoshop), мы получим существенно разный по насыщенности цвет.

*Предлагаемое решение.* В тех случаях, когда требуется однозначное и точное описание цвета (например, споровые отпечатки шляпочных грибов), цвет лучше описывать в колориметрической системе Lab (точнее, CIE Lab). В цветовом пространстве Lab можно описать любой цвет (в том числе не существующий в реальности). Все цвета в Lab *однозначно* определяются тремя числами (с указанием типа источника освещения и стандартного наблюдателя, но эти два параметра стандартизированы и мы не будем на них останавливаться) — тремя координатами в трёхмерном пространстве, образованном тремя взаимно перпендикулярными осями L, a, b. Первое число, L (от слова Lightness, светлота), задаёт светлоту цвета (не путать с яркостью — яркостью обладают только самосветящиеся объекты) и изменяется от 0 (чёрное тело, весь падающий свет поглощается) до 100% (весь свет отражается). По оси a отложены цвета от зелёного (отрицательные значения) до красного (положительные значения), по оси b — цвета от синего (отрицательные) до жёлтого (положительные). Представление цвета в Lab удобно также и тем, что, просто по цифрам можно сразу сказать, какой из цветов светлее (тог у которого больше первая цифра, L) и примерно представить сам цвет: холодные оттенки, если значения a и b отрицательны, тёплые — если положительны, чисто серый — если равны нулю. Значения Lab легко визуализировать в большинстве фоторедакторов (например, в Photoshop) и конвертировать, при необходимости, в RGB или любое другое цветовое пространство.

Теоретически, определить цвет изучаемого образца в числах Lab можно относительно точно даже по фотографии объекта (например, инструментом «пипетка» в Photoshop), но только если фотография была сделана при

стандартном освещении, фотокамера — профилирована по специальным шкалам под это конкретное освещение и весь процесс работы с файлами выстроен с пониманием основ работы с цветом. Значительно проще и точнее цвет можно определить по изображениям, полученным с планшетного сканера, который также должен быть правильно профилирован (но это гораздо проще, чем профилирование фотокамеры). Однако наиболее точно, при этом легко и быстро, можно измерить цвет специальным прибором — спектрофотометром. Наиболее доступными и широко распространёнными являются спектрофотометры серии i1 фирмы X-Rite, которые широко используются, в частности, в полиграфии для измерений цвета, калибровки мониторов и т. п.

*Программное обеспечение.* Для работы с биологическими таблицами цветов, а также для работы со спектрофотометром нами написана программа BioColorCalculator (доступна по адресу <http://sanamyan.com/color>). Она сильно облегчает использование спектрофотометров серии i1 для измерения цвета образца (фирменное программное обеспечение, поставляемое с этими спектрофотометрами, узко специализировано и искусственно ограничивает функционал прибора). Кроме того, BioColorCalculator позволяет сравнивать цвета друг с другом с использованием алгоритма DeltaE2000. Это сложный нелинейный алгоритм, учитывающий особенности человеческого зрения (известно, что человеческий глаз, по-разному, различает оттенки разных цветов: к примеру, тонкие различия в оттенках зелёного мы видим гораздо лучше, чем синего и т. п.). Чем больше значение DeltaE2000, тем сильнее отличаются цвета на глаз. Считается, что если DeltaE2000 меньше 1, то цвета не различимы, если больше 2, то различимы легко. При необходимости программа позволяет найти интересующий исследователя цвет в биологических цветных таблицах. Программа сравнивает цвет образца со всеми цветами в шкале или таблице именованных цветов, применяемой в данной таксономической группе, и находит в таблице именованные цвета, наиболее точно соответствующие цвету образца. Это позволяет уйти от субъективных («на глаз») оценок цвета, когда требуется сравнить образец со шкалой. Иными словами, можно легко определить название любого цвета на фотографии объекта по стандарту Ridgway (или иному стандарту, заданному пользователем).

*Перспективы точной работы с цветом на примере споровых отпечатков грибов.* Как обсуждалось выше, цвет спорового порошка является одним из ключевых признаков при определении многих видов грибов, в частности сыроежек (род *Russula*, от 750 до 1400 видов по разным источникам). Традиционно цвет спор в этой группе сопоставляют со шкалой Romagnesi. Эта шкала содержит 10 плашек, разбитых на 4 группы (белые, кремовые, охристые и жёлтые), пронумерованных как Ia, Ib, IIa, IIb, IIc, IIIa, [...], IVc.

При этом для одного и того же вида в различных источниках иногда приводят немного отличающиеся цвета (например, цвет может быть указан как Па–Пв в одном источнике и как Пс–Ша в другом). Непонятно, имеем ли мы здесь дело с внутривидовой изменчивостью признака, или же это результат того, что цвет определяется исследователями «на глаз» и по разным экземплярам шкал, или авторы всё-таки имели дело с разными видами. Численное измерение цвета спектрофотометром позволит объективно определить реальную степень вариабельности этого признака. Наши предварительные замеры показали, что цвет спор разных экземпляров одного вида (по крайней мере обитающих на одной территории), измеренный по одной методике (она описана на сайте программы BioColorCalculator), очень стабилен. Так, разница в цвете спор экземпляров жёлтой сыроежки *Russula risigallina*, собранных в 2023 и 2024 гг. на одном месте составила не более  $dE_{2000} = 1.5$  (т.е. едва заметное различие при прямом сравнении). Однако для получения достоверных выводов требуется провести большее количество измерений на большем материале. К настоящему времени нами лишь подготовлен инструментарий для этой интересной работы и проведены предварительные измерения, показавшие её перспективность.

## Литература

Бондарцев А. С. 1954. Шкала цветов. Пособие для биологов при научных и научно-прикладных исследованиях. — М.: Изд. АН СССР. — 28 с.

Булах Е. М., Вассер С. П., Назарова М. М., Нездойминого Э. Л. 1990. Низшие растения, грибы и мохообразные советского Дальнего Востока. Грибы Т. 1: Базидиомицеты. — Л.: Наука. — 308 с.

Hamly D. H. 1949. The Ridgway Color Standards with a Munsell Notation Key // J. Optical Soc. Am. — Vol. 39. — No. 7. — P. 592–599.

Harris M. 1776. An exposition of English insects with certain observations and remarks. — London: Robson. — 84 p.

Pactl J. 1983. A Chronology of Color Charts and Color Terminology for Naturalists // Taxon. — Vol. 32. — P. 393–405.

Ridgway R. 1912. Color standards and color nomenclature. — Washington: Author. — 110 p.

Romagnesi H. 1967. Les Russules d'Europe et d'Afrique du Nord. — Paris: Bordas. — Vol. 1. — 998 p.

Syme P. 1814. Werner's nomenclature of colours, with additions, arranged so as to render it highly useful to the arts and sciences, particularly zoology, botany, chemistry, mineralogy and morbid anatomy. — Edinburgh: William Blackwood.

Tucker A. O., Maciarello M. J., Tucker S. S. 1991. A survey of color charts for biological descriptions // Taxon. — Vol. 40. — P. 201–214.



**ПРОБЛЕМЫ СОХРАНЕНИЯ  
БИОРАЗНООБРАЗИЯ  
В УСЛОВИЯХ ВОЗРАСТАЮЩЕГО  
АНТРОПОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ**



## О ГНЕЗДОВАНИИ ПТИЦ ОТРЯДА ВОРОБЬЕОБРАЗНЫХ В СООРУЖЕНИЯХ ЧЕЛОВЕКА НА КАМЧАТКЕ

**Э.Р. Духова**

Камчатский филиал Тихоокеанского института географии (КФ ТИГ) ДВО РАН,  
Петропавловск-Камчатский

*On the nesting Passerines birds in the human constructions in Kamchatka*

**E. R. Dukhova**

Kamchatka Branch of Pacific Geographical Institute (KB PGI) FEB RAS,  
Petropavlovsk-Kamchatsky

Одним из аспектов взаимоотношений птиц с человеком является возможность использования искусственных сооружений для устройства гнёзд. В данном сообщении мы делаем краткое обобщение имеющейся у нас информации, рассматривая лишь виды отряда воробьеобразных и не включая сюда имеющиеся данные о гнездовании хищных птиц (в основном скопы) на опорах линий электропередач (ЛЭП), так как это уже было достаточно хорошо проанализировано Е.Г. Лобковым [2013; 2023].

**Полевой и домовый воробьи** являются полностью адаптированными видами к проживанию рядом с человеком и гнездованию в его постройках, в том числе в искусственных гнездовьях. Значительно реже они используют дупла деревьев.

**Камчатская и горная трясогузки** также хорошо приспособлены к обитанию рядом с человеком и гнездованию в его сооружениях. Одним из основных мест для устройства гнёзд на Камчатке служат мосты, при их наличии. Птицы находят там хорошее укрытие от хищников и непогоды. Также трясогузки охотно гнездятся в различного типа жилых и нежилых постройках.

**Ворон** в дикой природе Камчатки гнездится на деревьях и скальных обрывах. При этом он часто явно предпочитает для размножения ажурные опоры ЛЭП там, где они имеются в наличии. Нам известно более 20 таких построек в разных районах Камчатки. Отмечено также гнездование на деревянных и бетонных опорах ЛЭП.

Кроме этого, мы отметили гнездование ворона на трансформаторной подстанции в Усть-Камчатске. Здесь же вороны в течение ряда лет (до 2013 г.) гнездились на трубе недостроенной ТЭЦ. Позднее они переселились на стоящие здесь же недостроенные корпуса, где для устройства гнёзд

выбрали металлические конструкции, удерживающие крыши зданий. Здесь они продолжают размножаться и в настоящее время.

Нам известно несколько гнёзд, устроенных на старых высоких деревянных тригонометрических пунктах.

На берегу моря, там, где отсутствуют обрывы, вороны использовали мачту выброшенного на берег у п. Ильпирский катера (рис. 1), стену разрушенного здания (устье р. Камчатки) и створный знак (устье р. Большой).

Интересным является гнездование воронов на сравнительно небольшой высоте в закрытого типа брошенных постройках. Такие гнёзда были найдены в ангаре на окраине п. Усть-Камчатск и в брошенном здании в п. Ильпирский.

**Восточная чёрная ворона** значительно реже устраивает гнёзда на опорах ЛЭП. Нам известно гнездо на ажурной ЛЭП вблизи п. Термальный и на бетонной ЛЭП вблизи п. Усть-Камчатск. Во втором случае на значительном расстоянии от гнёзда отсутствовали сколько-нибудь высокие деревья, а вся внешняя конструкция была сделана из кусков алюминиевой проволоки. Мы не рассмотрели там ни одной ветки дерева.



Рис. 1. Гнездо ворона на мачте выброшенного на берег катера



Рис. 2. Гнездо сороки внутри опоры ажурной ЛЭП

**Сорока**, в отличие от ворона и восточной чёрной вороны, значительно охотней поселяется в закрытого типа зданиях. Нам известно несколько гнёзд внутри оставленных людьми и начавших разрушаться зданий в районе посёлков Паратунка и Термальный. Также в течение ряда лет сороки продолжают гнездиться в бетонном неразрушенном ангаре на окраине п. Усть-Камчатск.

Вблизи п. Термального нам известно 3 случая использования сороками ажурных опор ЛЭП. В двух случаях гнездо располагалось внутри конструкции на высоте 4 и 7 м над землёй (рис. 2). Третье гнездо в основном крепилось на иве на высоте 5 м над землёй, но боком опиралось на металлическую опору. Н. Н. Герасимов (личное сообщение) рассказал нам о двух попытках сорок загнеститься под крышей коптилки на р. Белоголовой в 1970 и 1971 гг.

**Оливковый дрозд** на Камчатке сравнительно осторожный вид, хотя в последние годы его численность вблизи населённых пунктов возрастает. Как и другие виды дроздов, он способен поселяться в брошенных постройках человека. Несколько таких гнёзд мы нашли в зданиях в районе п. Паратунка и в недостроенной насосной станции на берегу оз. Ключевского в Усть-Камчатском районе. Кроме того, оливковый дрозд, в качестве места устройства гнёзда использовал железную платформу-сани для перевозки балков. Известно гнездо, устроенное на ажурной опоре ЛЭП на высоте 1,7 м над землёй.

**Восточная малая мухоловка** на Камчатке охотно занимает искусственные гнездовья — синичники как на территории населённых пунктов, так и вблизи леса, где имеется достаточное число дуплистых деревьев (р. Кихчик). Очень терпимо относится к близкому присутствию человека.

Отмечен случай гнездования в дупле дятла, находящегося в деревянной опоре ЛЭП. В течение ряда лет восточные малые мухоловки гнездились в щелях в стенах брошенного бетонного ангара в п. Паратунка, зарегистрировано гнездование в нише стены недостроенного здания ТЭЦ на окраине п. Усть-Камчатск.

## Литература

Лобков Е. Г. 2013. О гнездовании хищных птиц на искусственных сооружениях на Камчатке // Орнитология. — Вып. 38. — М.: МГУ. — С. 124–125.

Лобков Е. Г. 2023. Гнездование птиц на опорах линий электропередач (ЛЭП) на Камчатке // Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей: Мат-лы XXIV Междунар. науч. конф. — Петропавловск-Камч.: Камчатпресс. — С. 132–137.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИКИ ГЕНЕТИЧЕСКОГО РАЗНООБРАЗИЯ ЧУКОТСКО-КАМЧАТСКОЙ ПОПУЛЯЦИИ КРЕЧЕТА *FALCO RUSTICOLUS* В УСЛОВИЯХ АНТРОПОГЕННОГО ПРЕССИНГА

Л.С. Зиневич<sup>\*,\*\*</sup>, М.И. Ильин<sup>\*\*</sup>, Я.А. Редькин<sup>\*\*\*,\*\*\*\*</sup>, Е.Г. Лобков<sup>\*\*\*\*\*</sup>, А.Г. Сорокин<sup>\*\*</sup>

<sup>\*</sup>Камчатский государственный университет (КамГУ) им. Витуса Беринга,

Петропавловск-Камчатский

<sup>\*\*</sup>«ВНИИ Экология», Москва

<sup>\*\*\*</sup>Зоологический музей МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва

<sup>\*\*\*\*</sup>Институт биологических проблем криолитозоны СО РАН, Якутск

<sup>\*\*\*\*\*</sup>Камчатский государственный технический университет (КамчатГТУ),

Петропавловск-Камчатский

*Investigation of the dynamics of genetic diversity of the Chukotka-Kamchatka gyrfalcon  
population Falco rusticolus under anthropogenic pressure*

L.S. Zinevich<sup>\*,\*\*</sup>, M.I. Iljin<sup>\*\*</sup>, Ya.A. Red'kin<sup>\*\*\*,\*\*\*\*</sup>, E.G. Lobkov<sup>\*\*\*\*\*</sup>, A.G. Sorokin<sup>\*\*</sup>

<sup>\*</sup>Vitus Bering Kamchatka State University (KamSU), Petropavlovsk-Kamchatsky

<sup>\*\*</sup>All-Russian Research Institute for Environmental Protection, Moscow

<sup>\*\*\*</sup>Zoological Museum, Moscow State University, Moscow

<sup>\*\*\*\*</sup>Institute for Biological Problems of Cryolithozone Siberian Branch RAS, Yakutsk

<sup>\*\*\*\*\*</sup>Kamchatka State Technical University (KSTU), Petropavlovsk-Kamchatsky

Кречет *Falco rusticolus* Linnaeus, 1758 представляет собой полиморфный вид, обитающий циркумполярно в зоне тундр и лесотундр [Potapov, Sale, 2005]. Чукотско-камчатская популяция кречета включает северо-восточные азиатские гнездовые группировки в границах Камчатки, Корякского нагорья и Чукотки и представляет особый интерес для исследования, поскольку данная популяция характеризуется особой структурой, выраженной в значительном преобладании доли светлых особей по сравнению с другими популяциями [Дементьев, 1951]. Кроме того, Камчатка является ключевым участком ареала вида во время кочевок, миграций и зимовки. По экспертным оценкам, численность гнездовой популяции только на полуострове Камчатка составляет от 7 до 19% населения данного вида в России и 3–8% мировой популяции [Лобков и др., 2007]. А.Н. Северцов выделял на территории данной популяции самостоятельный подвид кречета *F. r. grebnitzkii* (Severtzov, 1885), характеризующийся светлой окраской и сравнительно крупными размерами.

Первые систематические данные о численности гнездовой популяции на Камчатке были получены только в 2005–2007 гг. в рамках выполнения природоохранных мероприятий по теме «Ведение мониторинга животных Красной книги России». Было показано, что в сравнении с 1970–1980 гг. численность популяции сократилась в 2–3 раза. С 2009 по 2018 г., по данным государственного «Доклада о состоянии окружающей среды в Камчатском крае», наблюдается тренд на снижение численности популяции, однако точных данных о её численности нет. Также наблюдается изменение структуры популяции кречета со снижением доли птиц «камчатского» фенотипа *F. r. grebnitzkii* с 75% до 1999 г. до 59.8% в 2000–2019 гг. При этом исследователи не обнаружили значительных изменений в природных условиях обитания кречета в описанный период, но называют незаконный селективный отлов самок и светлых особей важным фактором изменения структуры популяции [Лобков и др., 2020].

В рамках данного исследования нами было запланировано проведение сравнительного анализа генетического разнообразия и стабильности чукотско-камчатской популяции кречета в исторический период до 1990 г. и современный. Также, поскольку одним из видимых изменений в структуре чукотско-камчатской популяции кречета является снижение доли белых птиц, нами был запланирован анализ встречаемости в исторической и современной камчатской популяции мутации в гене рецептора меланокортина 1 типа MC1R, для которой была ранее показана корреляция с белой и серебристой окраской у исландской и гренландской популяций кречета [Johnson et al., 2012].

*Образцы для анализа и выделение ДНК.* Для анализа были использованы 63 образца кречетов, из которых 38 принадлежали к природной чукотско-камчатской популяции, а 25 происходили из соколиных питомников. Из природной популяции 15 образцов представляли собой фрагменты шкурок из коллекции Зоологического музея МГУ (11 собранных до 1980-х гг. и отнесённых к исторической популяции и четыре собранных после 2005 г.), четыре образца линных перьев, собранных в природе, 12 образцов заспиртованных перьев от живых птиц, отловленных в природе на Чукотке и Камчатке, семь образцов мышечной ткани изъятых погибших птиц чукотско-камчатского происхождения (современная популяция). Образцы из питомников представляли собой заспиртованные перья живых птиц с сопроводительной информацией об окраске (цветовой морфе) птицы по оценке сокольников.

Выделение ДНК из линных и заспиртованных перьев, а также из мышечной ткани проводили с помощью набора ДНК-Экстран-2 (Синтол, Россия) по протоколу производителя. Выделение ДНК из музейных шкурок проводили с помощью набора реактивов DNA Blood and Tissue Kit (Qiagen, Германия) согласно протоколу производителя, разделив эксперименты

по выделению ДНК по времени и помещениям для исключения контаминации образцов музейной ДНК современными образцами.

*Аmplификация ДНК, фрагментный анализ и секвенирование по Сэнгеру.* Для анализа генетического разнообразия популяции кречета в качестве генетических маркеров мы использовали панель из десяти микросателлитных локусов, разработанных по последовательности полного референсного генома балобана и апробированных на природной популяции балобанов в Монголии [Нои et al., 2018]. Ранее нами была апробирована методика мультиплексной ПЦР и фрагментного анализа данных локусов для балобана и кречета. Последовательности праймеров, флуоресцентные красители и состав мультиплексных наборов праймеров приведены в таблице 1.

Таблица 1. Характеристика микросателлитных маркеров: праймеры и повторы

Маркеры микросателлиты		Последовательности праймеров 5'-3'	Тип повтора
SSR05	Набор А	For (TAMRA)CATGGAGCATATGTCTGGGTAA Rev AGCTGAGGCTATTTTCAGAGGAGG	ди
SSR48	Набор А	For (R6G)TTGGAGTAAACAATTGCCTCAGC Rev TGGCAGTTTTTAAATGGAAGTGG	три
SSR63	Набор А	For (TAMRA)TCTTGTGTGTAAAGGGTCTTGAA Rev GGGTAGCTAAATTTGCAGTAAATGG	тетра
SSR82	Набор А	For (R6G)ACTGCATGTATGAAGCAGGAAAA Rev CCTTCTTTCTTTTCTTTCTTTCTTT	пента
SSR53	Набор А	For (FAM)TTCAACACATTCACAAATCTAGTC Rev TCTGCCATCATATCTGTTTTTCAGTAA	тетра
SSR11	Набор В	For (FAM)AACTTTGAAAGCACCATGCACTT Rev CACACCACAGGTTTTGATATTTGTATG	ди
SSR15	Набор В	For (TAMRA)GAATGTGCTGTTTGGTGTCTTAACAA Rev CCTTGGACTGTCCTATATGCTTGC	ди
SSR45	Набор В	For (R6G)GGTGTCACTAACTGAAATGCACAA Rev AGCTTGCATCAGTTTTGAGCTAC	три
SSR57	Набор В	For (TAMRA)GCTAGAACGGAGAAGGAAGG TGGCAAGACTTCAGTTGTTACAC	тетра
SSR73	Набор В	For (R6G)CTAATCAGGTGGATCTGTGAGGCT Rev TAAATCCATGTTGGTTGATGCTG	пента

Аmplификация микросателлитных локусов проводилась по следующей программе ступенчатой ПЦР: 94 °C 15 мин; затем 20 циклов: 94 °C 30 сек, снижение температуры на 0,5 °C каждый цикл с 64 °C 90 сек, 72 °C 90 сек; 15 циклов: 94 °C 30 сек, 54 °C 90 сек, 72 °C 90 сек; 72 °C 10 мин

(всего 35 циклов). Анализ ПЦР-продуктов проводили методом капиллярного электрофореза с помощью генетического анализатора «Нанофор 05» (Синтол, Россия). Длины аллелей анализировали в программе GeneMarker (SoftGenetics, США).

ПЦР фрагмента гена MC1R длиной 715 п.н., включающий исследуемые полиморфизмы, проводили с помощью SynTaq полимеразы, сопутствующих реактивов согласно протоколу производителя (Синтол, Россия), а также сконструированных нами синтетических праймеров: MC1Rf 5'-GGCCGCCATCCTGAAGAAC-3'; MC1Rr 5'-CTGGCTCCGGAAGGCATAGAT-3'. Для амплификации использовали следующую программу: 95 °C 5 мин; 12 циклов: 95 °C 30 сек, 60 °C 30 сек, 72 °C 45 сек; 25 циклов: 95 °C 30 сек, 55 °C 30 сек, 72 °C 45 сек; 72 °C 10 мин. Последовательность ПЦР-продуктов определяли с помощью секвенирования по Сэнгеру, которое проводили при помощи коммерческого набора реактивов Quantum Dye v.3.1 (QuantumSeq, США) и генетического анализатора «Нанофор 05» (Синтол, Россия). Конструирование праймеров и обработку результатов секвенирования производили с помощью программного пакета Lasergene (DNASar, США).

*Статистическая обработка результатов.* Оценку качества данных микросателлитного анализа и вероятности существования ноль-аллелей проводили с помощью программы MICROCHECKER [Van Oosterhout et al., 2004]. Оценку равновесия Харди-Вайнберга (тест  $\chi^2$ ), аллельного разнообразия, показателей гетерозиготности и коэффициента инбридинга по результатам микросателлитного анализа проводили в программном пакете GenAlex v.6.2b [Peakall, Smouse, 2006]. Оценку эффективной численности популяции  $N_E$  по методу общего предка (molecular coancestry) проводили с помощью программы  $N_E$ Estimator v.2.1 [Do et al., 2014]. Выравнивание последовательностей гена MC1R, полученных в результате секвенирования по Сэнгеру, проводили в программе MEGA 7.0 [Kumar et al., 2016].

*Анализ генетического разнообразия чукотско-камчатской популяции кречета в условиях антропогенного прессинга.* Оценка равновесия Харди-Вайнберга для микросателлитных локусов в исторической и современной выборках образцов показала отсутствие равновесия по одному локусу (SSR11) в исторической популяции и по двум (SSR63 и SSR82) в современной. В связи с этим, а также с учётом других данных, полученных на больших выборках балобана и кречета, анализ различных показателей генетического разнообразия и дистанций между популяциями проводили по всем локусам.

Результаты оценки аллельного разнообразия (количества аллелей  $N_a$  и количества эффективных аллелей  $N_e$ ), гетерозиготности (наблюдаемой  $H_o$ ,

ожидаемой  $N_e$  и несмещённой ожидаемой  $uN_e$ ), коэффициента инбридинга  $F$  для исторической и современной чукотско-камчатской популяции кречета представлены в таблице 2.

Таблица 2. Показатели генетического разнообразия чукотско-камчатской популяции кречета

Популяция	N	Na	Ne	Ho	He	uNe	F
Современная	27	7,300 ± 1,342	4,900 ± 1,016	0,722 ± 0,059	0,716 ± 0,053	0,729 ± 0,054	-0,010 ± 0,031
Историческая	9,800 ± 0,133	6,100 ± 1,080	4,426 ± 0,743	0,713 ± 0,108	0,702 ± 0,052	0,740 ± 0,055	0,013 ± 0,126

Можно видеть, что для всех величин значения достоверно не отличаются, включая коэффициент инбридинга и ожидаемую и наблюдаемую гетерозиготность, которые для каждой выборки также достоверно не отличаются друг от друга. Значение эффективной численности популяции  $N_e$ , вычисленное методом молекулярного общего предка, составило, соответственно, для современной популяции 12,5 (95% доверительный интервал по методу «складного ножа» 5,5–22,1) и для исторической 12,8 (95% доверительный интервал по методу «складного ножа» 0,0–64,2). Генетическая дистанция  $F_{st}$  составила 0,018.

*Анализ мутаций в гене MC1R у кречетов различной окраски.* В исследуемом фрагменте гена *MC1R*, согласно исходной статье Джонсона и соавторами [Johnson et al., 2012], есть шесть полиморфных сайтов: в 268, 300, 310, 648, 668, 696 положениях. При этом несинонимичными, т.е. приводящими к замене аминокислоты, являются мутации на позициях 268, 310 и 668. Замена 268A/G приводит к замене валина на изолейцин в аминокислотном положении 128 ( $^{Val}128^{Ile}$ ), при вариации в положении 310 происходит замена  $^{Arg}142^{Cys}$ , и в положении 668 —  $^{Thr}261^{Ile}$ . Позиции аминокислотных остатков в основаны на консенсусной последовательности дикого типа (GenBank AF326275).

Результаты анализа однонуклеотидных мутаций в указанных позициях для 25 образцов кречетов с известными описаниями цветовых морф приведены в таблице 3.

За исключением одного случая (образец КМ7), птицы, описанные сокольниками как светлые, серебристые и белые, имели в 268 положении нуклеотидной последовательности G в гомозиготном состоянии, в то время как описанные тёмными и серыми, также за исключением одного случая (образец КМ42), имели в этом положении A в гомозиготе или гетерозиготное состояние локуса. Что касается образца КМ7, для него была показана



Таблица 3. Последовательности полиморфных сайтов в гене MC1R у различных цветовых морф кречета

№п	Наименование образца	Морфа	268	300	310	648	668	696
1	KM36	темная	A	C	C	G	T	C
2	KM37	темная	R	C	C	G	T	C
3	KM41	темная	A	C	C	G	T	C
4	KM60	темная	A	C	C	G	T	C
5	KM64	темная	A	C	C	G	Y	C
6	HM99	серая	R	Y	C	R	T	C
7	HM100	серая	R	Y	C	R	T	C
8	KM22	серая	R	Y	C	R	T	C
9	KM25	серая	A	T	C	A	T	C
10	HM105	серая	A	Y	C	R	T	C
11	KM32	серая	A	C	C	G	T	C
12	KM42	серая	G	C	C	G	T	C
13	KM65	серая	A	Y	C	A	T	C
14	HM97	светлая	G	C	Y	G	T	C
15	HM108	светлая	G	C	C	G	T	C
16	KM30	серебристая	G	C	C	G	T	C
17	KM47	серебристая	G	C	C	G	T	C
18	KM63	серебристая	x	x	x	G	T	C
19	KM76	серебристая	G	C	C	G	T	C
20	KM81	серебристая	G	C	C	G	T	C
21	KM7	белая	A	C	C	G	T	C
22	KM12	белая	G	C	C	G	T	C
23	KM14	белая	G	C	C	G	T	C
24	KM15	белая	G	C	C	G	T	C
25	KM57	белая	G	C	C	G	T	C

Примечание: x – неопределенные нуклеотиды.

низкая эффективность секвенирования, выраженная в экстремально низкой высоте пиков, таким образом, он может являться гетерозиготой с выпадением аллеля G, однако низкое качество ДНК в образце не позволило нам провести повторное секвенирование более успешно. Для образца KM42,

возможно, причина несовпадения генотипа и описания фенотипа состоит в возрасте птицы и субъективности описания — светлая окраска проявляется у кречетов по мере взросления, однако данных о возрасте этой и других птиц нам получить не удалось. Сравнительного анализа распространения данных мутаций в исторической и современной чукотско-камчатской популяции кречета не проводилось.

Несмотря на некоторую нехватку образцов в выборке исторического периода [Галинская и др., 2019], результаты оценки параметров генетического разнообразия по нейтральным маркерам указывают на отсутствие значительных изменений в связи с наблюдаемым снижением численности и изменением структуры чукотско-камчатской популяции кречета, однако эффективная численность популяции неизменна, но невысока [Frankham et al., 2019]. Отлов светлых птиц может привести к изменению адаптивных качеств популяции за счёт изменения аллельного состава генов, сцепленных с генами окраски. Джонсоном и соавторами [Johnson et al., 2012] было показано, что замена 268\*A/G, которая приводит к замене<sup>Val</sup>128<sup>Ile</sup>, коррелирует у островных (исландских и гренландских) кречетов с характером пигментации покровов: белые птицы имеют G в гомозиготе, серебристые — гетерозиготное состояние локуса. Однако наши результаты не совпадают с этими данными. Отчасти это может объясняться полигенным характером наследования окраски у кречета, как и у других видов птиц и изолированностью островных популяций. Но существует и определённая методическая проблема отсутствия чётких критериев отнесения кречета к той или иной морфе при описании. Таким образом, первой задачей для детального исследования влияния антропогенного прессинга на состояние чукотско-камчатской популяции кречета должна стать разработка методики количественной оценки проявления светлого фенотипа у кречета. Это позволит в дальнейшем провести полногеномное картирование количественных признаков окраски для выявления как мутаций, определяющих окраску у кречета и фенотип подвида *F. r. grebnitzkii*, так и сцепленных с ними мутаций, могущих иметь адаптивное значение. Помимо оценки динамики устойчивости популяции кречета на Камчатке, методика количественной оценки проявления светлого фенотипа может быть использована для дифференциального исчисления вреда, нанесённого незаконным оборотом кречета.

## Литература

- Галинская Т., Щепетов Д., Лысенков С. 2019. Предубеждения о микросателлитных исследованиях и как им противостоять // Генетика. — Т. 55. — С. 617–632.
- Дементьев Г.П. 1951. Отряд хищные птицы: Accipitriformes или Falconiformes // Птицы Советского Союза. Т. 1. — М.: Сов. наука. — С. 70–341.

Лобков Е.Г., Герасимов Ю.Н., Горovenko А.В. 2007. Материалы по состоянию популяции кречета на Камчатке // Орнитология. — Т. 34. — № 1. — С. 5–35.

Лобков Е.Б., Герасимов Ю.Н., Горovenko А.В. 2020. Кречет на Камчатке: состояние популяции, её фенотипический облик и проблемы сохранения // Мат-лы VIII Междунар. конф. РГХП (Воронежский заповедник, 21–27 сент. 2020 г.). — Ростов-на-Дону; Воронеж. — С. 150–178.

Do C., Waples R.S., Peel D., Macbeth G.M. et al. 2014. NeEstimator v2: re-implementation of software for the estimation of contemporary effective population size ( $N_e$ ) from genetic data // Mol. Ecol. Resour. — Vol. 14. — No. 1. — P. 209–214.

Frankham R., Ballou J.D., Ralls K. et al. 2019. A Practical Guide for Genetic Management of Fragmented Animal and Plant Populations. — Oxford Univ. Press. — 174 p.

Hou X., Xu P., Lin Z. et al. 2018. Integrated tool for microsatellite isolation and validation from the reference genome and their application in the study of breeding turnover in an endangered avian population // Integr. Zoology. — Vol. 13. — P. 553–568.

Johnson J.A., Ambers A.D., Burnham K.K. 2012. Genetics of Plumage Color in the Gyr Falcon (*Falco rusticolus*): Analysis of the Melanocortin-1 Receptor Gene // J. Heredity. — Vol. 103. — No. 3. — P. 315–321.

Kumar S., Stecher G., Tamura K. 2016. MEGA7: Molecular Evolutionary Genetics Analysis version 7.0 for bigger datasets // Mol. Biol. Evol. — Vol. 33. — P. 1870–1874.

Peakall R., Smouse P.E. 2006. Genalex 6: genetic analysis in Excel. Population genetic software for teaching and research // Mol. Ecol. Notes. — Vol. 6. — P. 288–295.

Potapov E., Sale R. 2005. The Gyr Falcon. — London: T & AD Poyser. — 360 p.

Van Oosterhout C., Hutchinson W.F., Wills D.P.M. et al. 2004. MICROCHECKER: software for identifying and correcting genotyping errors in microsatellite data // Mol. Ecol. Notes. — Vol. 4. — No. 3. — P. 535–538.

## НЕКОТОРЫЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ ВЕРТИКАЛЬНОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ МЕТАЛЛОВ В КОМПОНЕНТАХ СКЛОНОВЫХ ЛАНДШАФТОВ г. ПЕТРОПАВЛОВСКА-КАМЧАТСКОГО

**Н. А. Ильющенко\*, А. В. Климова\*,\*\***

\*Территориальный отдел водных ресурсов по Камчатскому краю Амурского бассейнового водного управления, Петропавловск-Камчатский

\*\*Камчатский филиал Тихоокеанского института географии (КФ ТИГ) ДВО РАН, Петропавловск-Камчатский

*Some regularities of the vertical distribution of metals in the components of slope landscape of Petropavlovsk-Kamchatsky*

**N. A. Ilyushenko\*, A. V. Klimova\*,\*\***

\*Water Resources Territorial Department of Kamchatka region of Amur Basin Water Department, Petropavlovsk-Kamchatsky

\*\*Kamchatka Branch of Pacific Geographical Institute (KB PGI) FEB RAS, Petropavlovsk-Kamchatsky

Тяжёлые металлы (ТМ) являются одними из основных компонентов как естественного, так и техногенного загрязнения окружающей среды, обладающих высокой токсичностью [Yılmaz, 2023]. Участвуя в различных типах миграций, они неизбежно приводят к формированию геохимических аномалий образование, которых особенно интенсивно происходит в урболодшафтах. К данным геосистемам можно отнести район г. Петропавловск-Камчатского, ландшафтно-геохимические особенности которого характеризуются поступлением ТМ в результате воздействия как естественных, так и антропогенных источников. Известно, что депонирование ТМ ландшафтами с расчленённым рельефом и в условиях воздействия диффузных источников загрязнения происходит по денудационному принципу, что обуславливает необходимость применения метода трансект-катен [Харина и др., 2024].

Цель настоящего исследования — выявить закономерности аккумуляции некоторых металлов в вертикальных связях компонентов ландшафтов г. Петропавловска-Камчатского. В качестве объектов исследования использовали почву, прибрежный грунт и высшие растения, как среды с наибольшими депонирующими свойствами и обладающие репрезентативными чертами при исследовании вопросов миграции ТМ в компонентах ландшафта и уровня их загрязнения.

Район исследования находился в центральной части г. Петропавловска-Камчатского (рис. 1А) и включал водосборную территорию Култучного озера (склоны сопки Мишенной, Петровской и Никольской). Здесь расположены ключевые объекты транспортной инфраструктуры, промышленной, деловой и селитебной застройки, определяющие высокое антропогенное давление на все компоненты ландшафта.

Сбор материала проводили в летне-осенний период 2023 г. Станции отбора проб выстраивали по вертикали методом трансект-катен (рис. 1Б). Одновременно были отобраны 77 проб, из них образцы грунта (5 образцов), почв (16 образцов), растительности (*Betula ermanii* Cham., *Salix udensis* Trautv. & C.A. Mey., *Artemisia vulgaris* var. *kamtschatica* Bess., *Calamagrostis canadensis* var. *langsdorffii* (Link) Hult.) (56 образцов). Отметим, что *A. vulgaris* используется в качестве вида-индикатора металлического загрязнения экосистем Камчатки [Авдощенко, Климова, 2020].

Содержание металлов (Cd, Ba, Cu, Ni, Co, Pb, Mo, Cr, Sr, Zn, Mn) в образцах определяли с помощью атомно-эмиссионного спектрометра с микро-волновой плазмой Agilent AES-MP 4200 (Agilent Technologies, США). Для контроля точности определений использовали стандартные образцы с аттестованным значением содержания металлов (ЛБ-1, ЭК-1, «ИГХ СО РАН»).

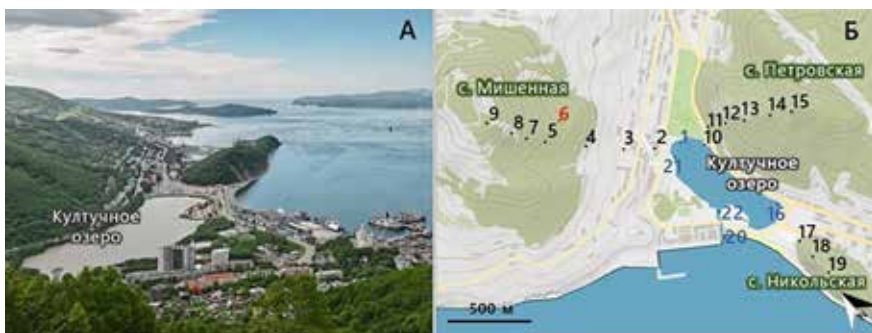


Рис. 1. Район исследования у восточного побережья Авачинской губы (Юго-Восточная Камчатка): А – урбанизированный ландшафт водосборной территории оз. Култучного; Б – карта-схема расположения станций (№ 1–19) отбора проб

Накопление металлов в почвах и грунтах трёх катен водосбора оз. Култучного соответствует ниже-аккумулятивному типу латерально-миграционной дифференциации ТМ (рис. 2). В катене юго-восточного склона соп. Мишенная максимальное содержание Mn, Zn, Pb, Ba, Cu, Sr в почвах и грунтах отмечено в пробах станции 3 (рис. 2). Район данной станции характеризуется достаточно длительным периодом городского освоения, современным

активным влиянием автотранспорта и частной застройки, что объясняет высокое содержание металлов, поступающих в среду в основном в результате антропогенной деятельности.

В ландшафтной катене западного склона соп. Петровской в пробах почвы наблюдается снижение содержания всех исследуемых ТМ в пределах станции 13 расположенной в средней части катены (рис. 1). Это связано не только с увеличением уклона данного участка катены ( $2^\circ$ ), но в большей степени с резким сокращением плотности древостоя, а, следовательно, с ростом активности плоскостного смыва элементов в нижние участки катены.

В пробах грунта района водосбора оз. Култучного максимальное содержание Pb, Zn, Cr и Ni отмечено в пределах станции 22, которая расположена в районе устья ручья, соединяющего озеро с Авачинской губой (рис. 1). Данный участок характеризуется активным аккумулярованием ТМ с большей территории водосбора, а также влиянием автотранспорта и предприятий общественного питания.

В пробах растительности миграция и аккумулярование проанализированных ТМ проявили большую вариабельность (рис. 2), а характер распределения элементов не выявил общих закономерностей. Исключение составляет небольшой рост содержания Sr, Ba и Mn в образцах *Artemisia vulgaris* и *Salix udensis* станции 4 ландшафтной катены соп. Мишенная (рис. 2), а также снижение содержания Ba, Mn, Sr и Pb в пробах *Betula ermanii* станции 13 ландшафтной катены соп. Петровской, что аналогично для образцов почвы данной станции.

В образцах *S. udensis*, *A. vulgaris* и *C. canadensis* станции 11 ландшафтной катены соп. Петровской наблюдается синхронный рост Zn, Sr, Ba, Cu, Cr и Mo. Эта станция расположена в непосредственной близости к магистрали с высоким круглогодичным автомобильным трафиком, поэтому здесь очевиден антропогенный характер поступления данных ТМ в растительный покров.

Во всех растительных образцах ландшафтной катены соп. Никольской можно выделить рост содержания Pb в нижней части катены.

Анализ уровней содержания элементов в пробах почв, грунтов и растительности района водосбора оз. Култучного выявил сопоставимость у некоторых ТМ между их содержанием в почве, грунте и в растительном компонентах ландшафта (рис. 3). Так, высокое содержание Ba в почве и грунте сопоставимо с его содержанием в образцах *B. ermanii* и демонстрирует аккумулярование. В отличие от Ba содержание Cd в почвах и грунтах не сопоставимо с его содержанием в растительных образцах. Его уровень значительно ниже у *B. ermanii* и *C. canadensis* и вдвое выше у *S. udensis*.

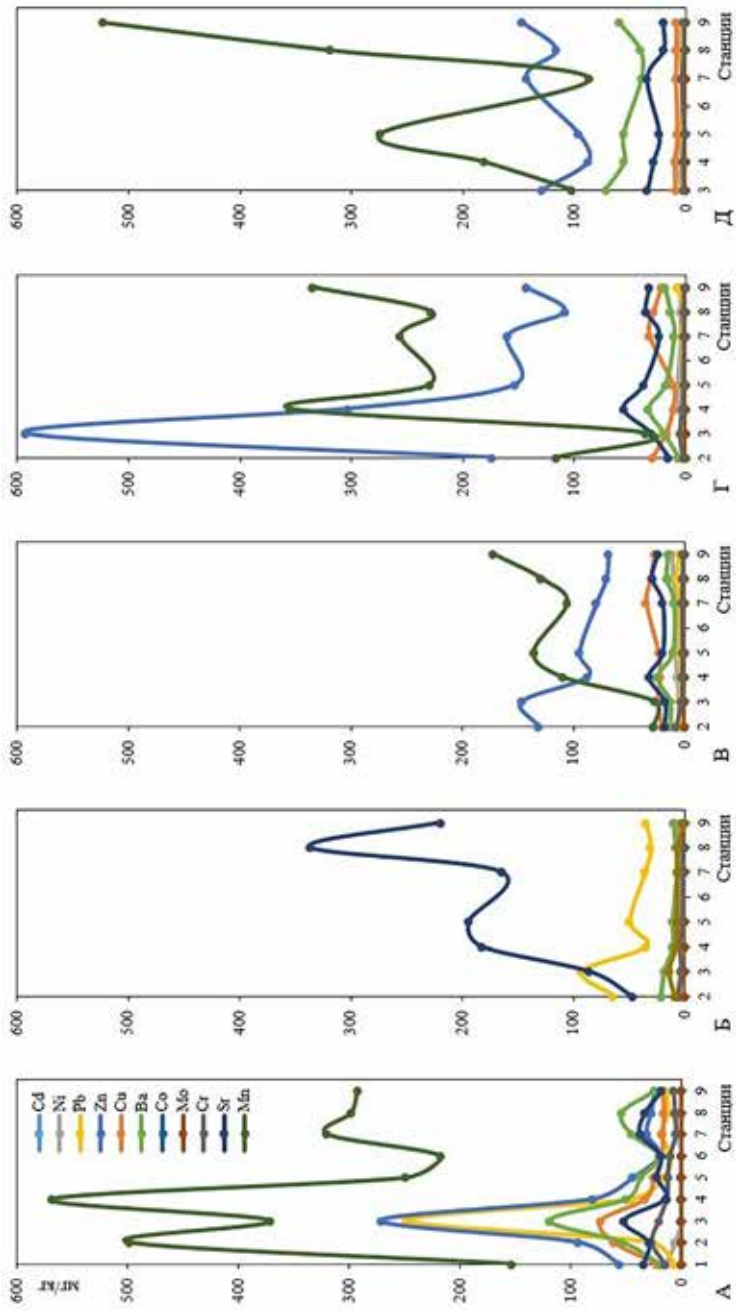


Рис. 2. Содержание металлов в компонентах ландшафтной катены соп. Мишенной района водосбора оз. Култучного:  
 А – почва/грунт; Б – *Calamagrostis canadensis* var. *longsdorffii*; В – *Artemisia vulgaris*; Г – *Salix idensis*; Д – *Betula ermanii*

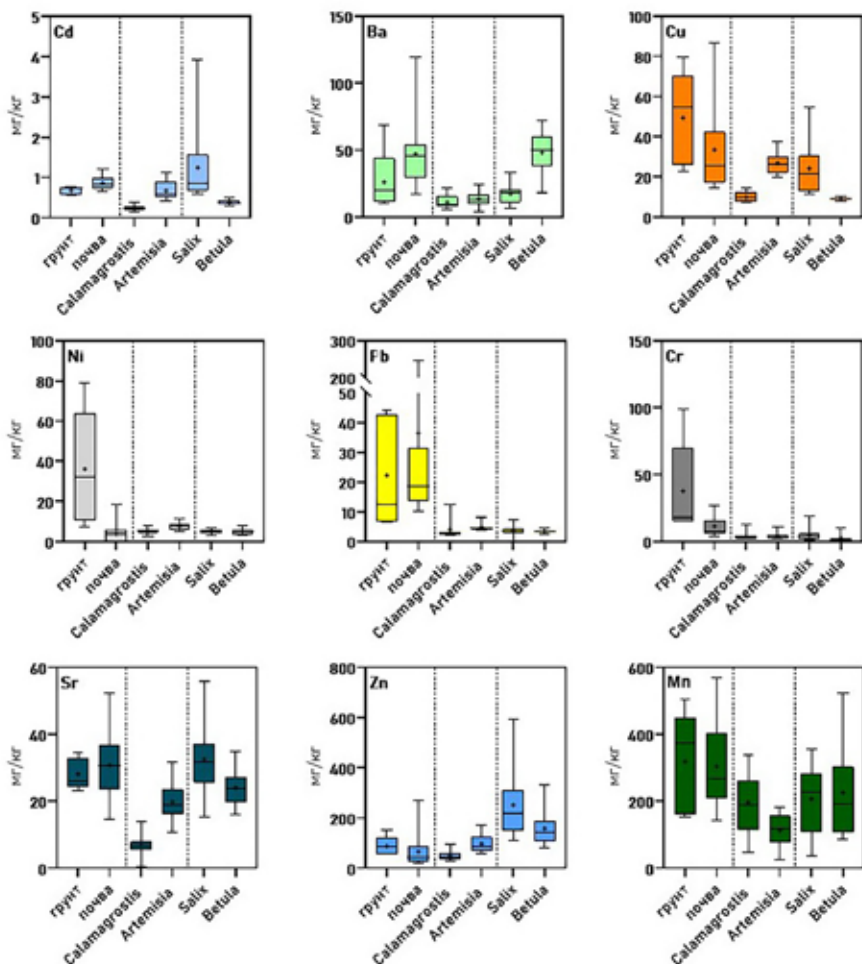


Рис. 3. Уровни содержания элементов в пробах почв, грунтов и растительности, собранных с водосборных территорий оз. Кулутчного

Кроме того, Cu, Ni, Pb и Cr накапливаются преимущественно в абиотическом компоненте ландшафта. Наиболее выражено это проявляется у Pb, Ni и Cr, причём у последних двух элементов даже в грунтах отмечено отсутствие сопоставимости его содержания с почвой. По-видимому, это объясняется высокой экологической функциональностью почвы, которая, безусловно сочетая в себе качества донора и реципиента в отношении элементов питания геосистемы, является уникальным органоминеральным компонентом ландшафта.



Интересно, что Sr в отличие от большинства изученных ТМ аккумулируется в почвах, а не в грунтах, демонстрируя сопоставимо высокое содержание в образцах *S. udensis*, произрастающей в нижних частях катен.

Содержание Zn и Mn, как элементов с максимальным валовым содержанием во всех исследуемых образцах, не были сопоставимы, хотя максимальные диапазоны накопления Zn отмечены в образцах древостоя, особенно в *S. udensis*, а Mn, накапливаясь в представителях древостоя, максимальную аккумуляцию проявил в грунтах.

Накопление металлов в компонентах ландшафта в пределах катен соответствует ниже-аккумулятивному типу их латерально-миграционной дифференциации. Уровни содержания элементов имели общие закономерности распределения. В районе водосбора оз. Култучного положительную связь между накоплением в абиотических и биотических компонентах выявлена у Ba, а отрицательная связь у Cu, Ni, Pb и Cr. При сравнении уровней содержания ТМ в пробах почв, грунтов и растительности собранных с ландшафтов района водосбора оз. Култучного были выделены следующие закономерности: аккумуляция Ba, Cu, Ni, Pb, Cr, Sr, и Mn происходила в большей степени в абиотических компонентах; Zn и Cd депонировались преимущественно в растениях.

## Литература

Авдощенко В.Г., Климова А.В. 2020. Накопление тяжёлых металлов вегетативными органами полыни (*Artemisia vulgaris*) в условиях городской среды Петропавловск-Камчатского // Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей: Мат-лы XXI Междунар. науч. конф. — Петропавловск-Камч.: Камчатпресс. — С. 157–160.

Харина Г.В., Алёшина Л.В., Шалыгина Ж.В. 2024. Проблема металлизации почв урбанизированных территорий на примере города Екатеринбурга // Успехи современ. естествознания. — № 2. — С. 36–43.

Yılmaz C.H. 2023. Heavy metals and their sources, potential pollution situations and health risks for residents in Adıyaman province agricultural lands, Türkiye // Environ. Geochem. Health. — Vol. 45. — P. 3521–3539.

## ОПУСТЫНИВАНИЕ ДНА В АВАЧИНСКОЙ ГУБЕ КАК ПОСЛЕДНЕЕ ЗВЕНО ЦЕПИ СОБЫТИЙ, ПОСЛЕДОВАВШИХ ЗА МАССОВОЙ ГИБЕЛЬЮ ДОННОЙ БИОТЫ ОСЕНЬЮ 2020 г.

**Н. Г. Клочкова, А. Э. Кусиди**

Камчатский филиал Тихоокеанского института географии (КФ ТИГ) ДВО РАН,  
Петропавловск-Камчатский

*Desertification of the bottom in Avacha Bay as the last link of the chain of events following the massive death of bottom biota in the autumn of 2020*

**N. G. Klochkova, A. E. Kusidi**

Kamchatka Branch of Pacific Geographical Institute (KB PGI) FEB RAS,  
Petropavlovsk-Kamchatsky

Начиная с середины 1990-х гг., авторы периодически, самостоятельно или в сотрудничестве с коллегами, проводили обследование состояния макрофитобентоса Авачинской губы в целом или изучали особенности вегетации его отдельных представителей. При этом, как правило, на одних и тех же участках побережья. Таковыми в разные годы были районы размещения городских канализационных коллекторов и крупных береговых предприятий, места бункеровки и перевалки нефтепродуктов. Большая часть полученных данных была использованы при подготовке монографий [Клочкова, Березовская, 2001; Королёва, 2010; Клочкова и др., 2021], диссертаций [Березовская, 2002; Саушкина, 2006; Кусиди 2007; Очеретяна 2017; Климова, 2018], а также многочисленных статей [Очеретяна, Клочкова, 2010; Климова и др., 2014; Очеретяна и др., 1914; Клочкова и др., 2016; и др.]. В ряде процитированных выше публикаций и рукописей описаны состав и структуры фитоценозов на период проведения исследований, рассмотрены вопросы биологии развития некоторых массовых наиболее устойчивых к загрязнению видов бурых водорослей, формирующих сложную пространственную структуру альгоценозов, а также особенности развития эфемерных зелёных.

Исследованиями, проведёнными в начале текущего века, было установлено, что антропогенная трансформация состава и структуры макрофитобентоса осуществляется поэтапно и с наибольшей скоростью протекает в литоральных фитоценозах. Там на первых этапах его трансформации из состава альгосообществ исчезают олигосапробные и частично мезосапробные виды, в том числе формирующие самостоятельные пояса и значительные скопления. Это в первую очередь гигартиновые водоросли из родов

*Mastocarpus*, *Mazzaella*, *Fimbrifolium*, фолиозные корковые — представители родов *Hildenbrandtia*, *Ralfsia*, *Analipus*, а также известковые корковые и членистые кораллиновые. Следом, при усилении загрязнения водной среды или увеличении длительности антропогенного воздействия, исчезают красные пальмариевые водоросли и некоторые бурые: *Leathesia*, *Soranthera*, *Chordaria*, *Saundersella* и др. Среди пальмариевых самым устойчивым является вид *Palmaria stenogona*, но в конце концов исчезает и он.

Выпадение из альгосообществ многолетних бурых и багряных водорослей сопровождается массовым развитием представителей отдела Chlorophyta, большинство из которых демонстрируют весьма гибкие адаптивные стратегии выживания, изменения жизненных циклов, обеспечивающие им высокую способность к воспроизводству не только с участием продуктов полового и бесполого размножения, но и вегетативным путём, за счёт фрагментации слоевищ, формирования в условиях стресса множественных апланоспор. При этом стратегия их развития и ответные реакции на неблагоприятное воздействие среды у разных представителей этой группы очень разные и порой весьма неожиданные.

Судя по данным наших многолетних наблюдений, самыми устойчивыми к воздействию природных факторов: длительному осушению, вымораживанию и ультрафиолетовому воздействию — среди зелёных водорослей являются прازیоловые, представители родов *Prasiola*, *Rosenvigiella*, *Schizogonium*, *Klebsformidium* [Клочкова и др., 2015], но они, как это показали наши исследования, плохо переносят нефтяное, и металлическое загрязнение [Очеретяна, 2017]. Наиболее устойчивыми как к природным, так и к антропогенным факторам, в том числе к многолетнему комплексному загрязнению, являются представители нитчатых зелёных водорослей из родов *Urospora* и *Ulothrix*, а также представители рода *Blidingia*. Род *Urospora* в альгофлоре Авачинской губы представлен четырьмя видами, различающимися между собой толщиной нитей и формой клеток. Самым распространённым видом при этом является *U. penicilliformis*. Из трёх известных видов улотриков наиболее обычным и широко распространённым является *U. psevdoflaccata*. Что касается рода *Blidingia*, то в Авачинской губе широкое распространение имеют два вида — *B. minima* и *B. chadefaudii*, но в количественном отношении доминирует первая, что было показано нами на материалах исследований прошлых лет [Очеретяна и др., 2014]. В 2024 г. оба этих вида (*B. minima* и *U. penicilliformis*) были встречены нами во время поздневесенней альгофлористической съёмки в районе, расположенном у обращённого к горлу входного мыса бух. Завойко. При обследовании районов, прилежащих к этому мысу мы обратили внимание на то, что на каменистой россыпи обрамляющей скалистые мысы в литоральной зоне, и на песчаных и каменисто-валунных грунтах водоросли практически отсутствуют (рис. 1).



*Рис. 1.* Участок побережья, расположенный на границе внутренней части Авачинской губы и её горла: 1, 3 – безжизненная галечно-каменистая литораль, лишённой бентосной растительности; 2 – крупногалечная и песчаная литораль без sublиторальных выбросов водорослей; 4 – камни, покрытые наилком

Штормовые выбросы и крупнодисперсный водорослевый детрит в этом районе побережья также отсутствовали (рис. 1.2). Всё говорило о том, что sublиторальная растительность здесь отсутствует. Здесь отсутствовали и любые останки водорослей, включая крупнодисперсный водорослевый детрит.

Прибрежные камни и валуны в этом районе были покрыты илом и мелкодисперсным песком хотя, в здоровых экосистемах на гладкоокатанные камни и валуны мягкий грунт во время отлива не оседает. Во время проводимых нами исследований он, будто приклеенный, лежал даже на округлых верхушках небольших камней. На рисунке 1 приведены фотографии с места исследования, и на них это отчётливо видно. Соскоб минерального покрова грунта и пробы грунта, находящегося между камнями, исследованы нами в лаборатории. Их основная масса состояла из мелких частиц, размеры которых (0,007–0,2 мм) соответствовали тонкой фракции ила, слипшиеся частицы были собраны в небольшие агломерации.

Никогда ранее подобных явлений, заиления и полного отсутствия растительности, ни в одном районе Авачинской губы мы не наблюдали. В более ранние годы описываемый нами район побережья, как находящийся на границе разных по гидродинамическим условиям и уровню загрязнения участков Авачинской губы — её узкого проточного горла и внутренней части, более защищённой от волнения, — неоднократно служил нам полигоном для сбора водорослей. В его макрофитобентосе, судя по данным наших исследований, достаточно долго сохранялись виды, к тому времени уже исчезнувшие из соседних районов внутренней части губы. В 2019 г. здесь, в нижнем горизонте литорали, ещё было возможно собрать бурые ламинариевые — *Alaria esculenta* и молодь *Hedophyllum bongardianum* — большое распространение здесь имел *Fucus distichus*. Достаточно многочисленным в этом районе был и видовой состав зелёных водорослей. В штормовых выбросах до 2019 г. встречались те же *A. esculenta*, молодь *H. bongardianum*, а также *H. dentigerum*, образцы глубоководных ламинариевых — *Thalassiophyllum clathrum* и *Agarum pertusum*. Обычными были и красные водоросли, растущие под их пологом. Реже встречались другие присущие альгофлоре Юго-Восточной Камчатки ламинариевые: *L. yessoensis*, *L. repens*, *Arthrothamnus bifidus*. Всё свидетельствовало о том, что вдоль этого участка берега была хорошо развита подводная водорослевая растительность.

Унылое зрелище того же района в мае текущего года свидетельствовало об имевшей место экологической катастрофе. Вполне возможно, она является следствием массовой гибели макробентоса у Юго-Восточной Камчатки в 2020 г. После повреждающего воздействия какого-то до конца и не выясненного поражающего фактора и гибели макробентоса экосистема должна была переработать огромное количество органического материала. Конечным итогом такой переработки, по-видимому, стали тонкодисперсный детрит, растворённые и взвешенные органические вещества (РОВ и ВОВ). В здоровой экосистеме всё это потребляют и перерабатывают микроорганизмы, морские грибы и псамофильный мейобентос. Но экосистема Авачинской губы уже давно не справляется с утилизацией биогенной органики. В результате её накопления, обильного поступления в водную среду минеральной взвеси рек, канализационных выпусков, эрозии берегов дно губы покрылось толстым слоем ила, который, препятствуя поступлению в толщу песчаного грунта кислорода способствовал окончательной гибели бентосной и псаммофильной биоты.

За годы активной хозяйственной эксплуатации Авачинской губы в ней неоднократно происходили большие, малые и катастрофические разливы нефти и нефтепродуктов [Клочкова, 2016; Клочкова, Березовская, 2001]. Только за последние годы ГУ МЧС по Камчатскому краю и Управление Росприроднадзора по Камчатскому краю сообщало об их поступлении в её акваторию

в достаточно больших объёмах в марте и августе 2021 г., мае и октябре 2022 г. Безусловно, были и другие незарегистрированные утечки нефти. В акваторию губы сливались и до сих пор сливаются льяльные воды, содержащие нефтепродукты. Тяжёлые битумные фракции нефти, пропитывающие мягкие грунты, также не способствуют процессам её самоочищения. Можно полагать, что ил, смешанный с нефтепродуктами, формирует липкую массу, на которую оседают частички песка. Они не дают осесть и прикрепиться личинкам беспозвоночных, спорам и гаметам морских водорослей, как наждаком перетирают их нежные ювенильные слоевища, в случае если им всё-таки удаётся прорасти.

В ходе обследования описываемого нами участка побережья водоросли найдены только на скалистом грунте. В среднем горизонте пологой скалистой литорали была встречена *B. minima*. Она, как это видно из рисунка 2.1, занесена илом и находилась на начальных стадиях развития (рис. 2.3). Основная часть растений была представлена нитчатыми и кладомными проростками, среди которых были найдены двухклеточные проростки (рис. 2.3). В верхнем горизонте литорали росла *U. penicilliformis* (рис. 2.2). Она формировала

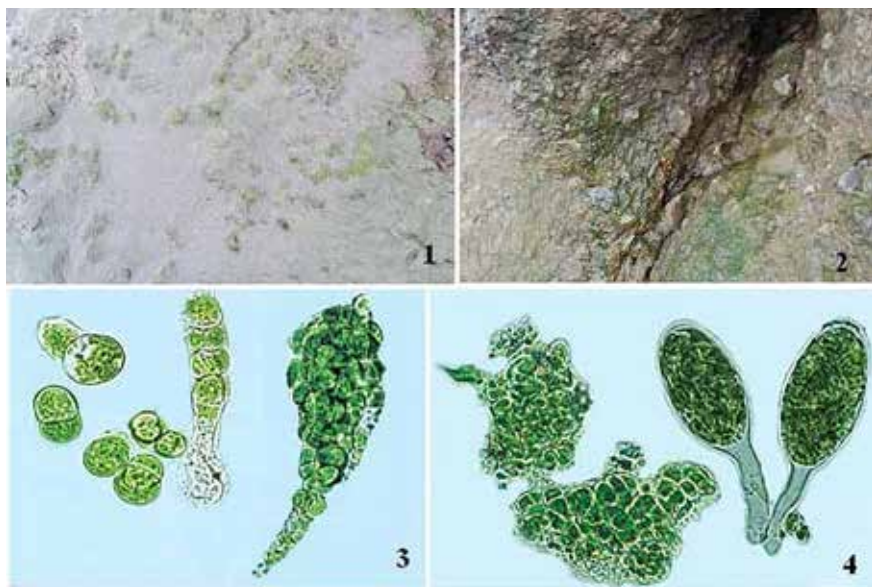


Рис. 2: 1 – Скалистая платформа у подножья скалы с кустиками *Blidingia minima* занесенными илом; 2 – вертикальная скалистая стенка с зарослями неотенически развитых растений *Urospora penicilliformis*; 3 – начальные стадии развития *Blidingia minima*; 4 – начальные стадии развития *Urospora penicilliformis*: слева клетки паренхимы, справа растения в стадии *Codium*

едва заметный налёт на вертикальной стенке. Отметим, что тот же вид был собрана нами в соседнем районе бух. Завойко, в районе, расположенном вблизи п-ова Завойко. Но это были длинные до 5 см нити с фертильными клетками. В обсуждаемом нами районе уростора представляла собой конгломераты паренхиматозных клеток, обычно появляющихся при вытекании протоплазматической массы травмированных её кодиолум-подобных растений, развитие которых приурочено на холодный период вегетационного сезона.

Таким образом, в текущем году мы столкнулись с конечной стадией деградации водорослевого пояса, когда условия среды стали невыносимыми не только для жизнедеятельности и воспроизводства высокоорганизованных, сложно дифференцированных в морфологическом отношении видов бурых и красных водорослей, но даже для эфемерных, чрезвычайно приспособленных к высоким экологическим нагрузкам зелёных водорослей. Причиной тому, судя по всему, служит активное формирование илов, произошедшее после массовой гибели бентосных организмов осенью 2020 г. и периодическое нефтяное загрязнение района.

## Литература

Климова А. В. 2018. Род *Alaria* Greville (Phaeophyceae, Laminariales) в прикамчатских водах: видовой состав, экология и биология развития: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. — Петропавловск-Камчатка: КамчатГТУ. — 24 с.

Климова А. В., Касперович Е. В., Кусиди А. Э., Клочкова Н. Г. 2014. Бурая водоросль *Saccharina bongardiana* как показатель экологического состояния мест нефтяного загрязнения в Авачинской губе (Юго-Восточная Камчатка) // Вестн. КамчатГТУ. — Вып. 29. — С. 65–74.

Клочкова Н. Г., Березовская В. А. 2001. Макрофитобентос Авачинской губы и его антропогенная деструкция. — Владивосток: Дальнаука. — 208 с.

Клочкова Н. Г., Климова А. В., Очеретяна С. О., Кусиди А. Э., Касперович Е. В. 2016. Воздействие антропогенного загрязнения на состояние макробентоса в бухте Раковая (Авачинская губа, Юго-Восточная Камчатка) // Вестн. КамчатГТУ. — Вып. 35. — С. 53–64.

Клочкова Т. А., Кашутин А. Н., Климова А. В., Клочкова Н. Г. 2021. Биология развития и экология бурой водоросли *Fucus distichus* в прибрежных водах Камчатки. — Петропавловск-Камчатка: КамчатГТУ. — 128 с.

Клочкова Т. А., Клочкова Н. Г., Очеретяна С. О., Ким Г. Х. 2015. Влияние долговременного обезвоживания на морские зелёные водоросли *Prasiola delicata* и *Rosenvingiella constricta* (Chlorophyta, Prasiolales) // Вестн. КамчатГТУ. — Вып. 34. — С. 33–45.

Кусиди А. Э. 2007. Биология развития некоторых видов рода *Laminaria* в прикамчатских водах: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. — Петропавловск-Камчатка: КамчатГТУ. — 24 с.

Очеретяна С.О. 2017. Видовой состав и структура альгосообществ «зелёных приливов» в Авачинской губе и устойчивость зелёных водорослей-макрофитов к неблагоприятному воздействию: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. — Петропавловск-Камч.: КамчатГТУ. — 24 с.

Очеретяна С.О., Клочкова Н.Г. 2010. Позднеосенний состав зелёных эфемерных водорослей в районах бункеровок флота в Авачинской губе (Юго-Восточная Камчатка) // Вестн. КамчатГТУ. — Вып. 11. — С. 58–65.

Очеретяна С.О., Клочкова Н.Г., Клочкова Т.А. 2014. Сезонный состав «зелёных приливов» в Авачинской губе и влияние антропогенного загрязнения на физиологию и рост некоторых зелёных водорослей // Вестн. КамчатГТУ. — Вып. 33. — С. 30–36.

Саушкина Л.Н. 2006. особенности морфологии бурой водоросли *Laminaria bongardiana* P. et R., связанные с ростом, размножением и условиями обитания: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. — Петропавловск-Камч.: КамчатГТУ. — 24 с.



## ЗАГРЯЗНЕНИЕ АКТИВНОГО ИЛА ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ г. ПЕТРОПАВЛОВСКА-КАМЧАТСКОГО И ВОД АВАЧИНСКОЙ ГУБЫ ОТХОДАМИ МОЛОЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА АО «МОЛОКОЗАВОД ПЕТРОПАВЛОВСКИЙ»

**Н. Г. Клочкова\*, А. В. Мангазиев\*\***

\*Камчатский филиал Тихоокеанского института географии (КФ ТИГ) ДВО РАН,  
Петропавловск-Камчатский

\*\*Камчатский государственный технический университет (КамчатГТУ),  
Петропавловск-Камчатский

*Contamination of active sludge in Petropavlovsk-Kamchatsky treatment facilities and the water of Avacha Bay with dairy production waste of JSC "Petropavlovsky Dairy Factory"*

**N. G. Klochkova\*, A. V. Mangaziev\*\***

\*Kamchatka Branch of Pacific Geographical Institute (KB PGI) FEB RAS,  
Petropavlovsk-Kamchatsky

\*\*Kamchatka State Technical University (KSTU), Petropavlovsk-Kamchatsky

Основная часть населения Камчатского региона, как известно, проживает в краевом центре, городе Петропавловске-Камчатском. Качество его жизни во многом определяют продовольственная обеспеченность и экологическое состояние окружающей среды. С середины прошлого века на Камчатке началось активно развитие собственного сельского хозяйства, в том числе животноводства. Именно тогда здесь стали создаваться промышленные предприятия по переработке сельскохозяйственной продукции, в том числе молочной. В числе первых среди них в 1960 г. в краевом центре был организован молокозавод. Ныне он известен как АО «Молокозавод Петропавловский». В самом начале своей деятельности он использовал молоко, получаемое от близлежащих совхозов, позже и вплоть до настоящего времени наряду с местным цельным молоком от камчатских производителей он использует завозимое на полуостров сухое молоко. В настоящее время наряду с такими камчатскими сельскохозяйственными объединениями, как АО «Заречное и ООО «Заозёрный», АО «Молокозавод Петропавловский» является одним из крупнейших на Камчатке производителей молочной продукции.

Судя по данным Федеральной службы государственной статистики [Новости Росстата..., 2024], за последние 10 лет производство молока в Камчатском регионе в целом увеличилось в 2 раза. Только с 2017 по 2019 гг. оно возросло с 15 до 18 тыс. т, а к 2024 г., его объём составил 22,3 тыс. т.

Ассортимент продуктов, вырабатываемый АО «Молокозавод Петропавловский», включает несколько наименований творожных изделий, побочным продуктом получения которых является творожная молочная сыворотка. Согласно годовому отчёту завода за 2020 г., из 5828 тыс. т произведённой им в тот год продукции 268 т составила творожная сыворотка. При этом её было на 21 т меньше, чем в предыдущем 2019 г. [Годовой отчёт..., 2020].

В случае если сыворотка, как ценное вторичное сырьё, содержащее до 200 разных полезных соединений, таких как молочный жир, растворимые азотистые соединения, минеральные соли, лактоза, витамины, ферменты, органические кислоты и др., не подвергается дальнейшей переработке, она становится одним из опаснейших загрязнителей окружающей среды. Попадая в почву и водоёмы, она вызывает тотальную гибель почвенной и водной биоты в первую очередь из-за их сильного закисления органическими кислотами и главным образом молочной. О её высокой опасности свидетельствуют следующие данные. Потребность в кислороде, необходимом для окисления органических веществ, содержащихся в 1  $\text{дм}^3$  молочной сыворотки, составляет около 60 г, в то время, как для окисления 1  $\text{дм}^3$  хозяйственно-бытовых сточных вод его требуется всего лишь 0,3 г, т. е. в 200 раз меньше. При поступлении сыворотки в канализацию она оказывает резко негативное воздействие на трубы и канализационное оборудование, а попадая в канализационные очистные сооружения (КОС) вызывает массовое развитие цианобактерий. Оно, в свою очередь, ведёт к вспучиванию активного ила, а это, в конечном итоге, приводит к выводу из рабочего состояния аэротенков очистных сооружений. С учётом этого обстоятельством постановлением Правительства РФ от 29.07.2013 № 644 (ред. от 28.11.2023) «Об утверждении Правил холодного водоснабжения и водоотведения и о внесении изменений в некоторые акты Правительства Российской Федерации» сыворотка творожная и сырная запрещены к сбросу в централизованные системы водоотведения [Постановление Правительства..., 2013].

Что касается АО «Молокозавод Петропавловский», то практически вся производимая им сыворотка сливается в городскую канализацию и, поскольку завод находится на очень небольшом расстоянии от побережья Авачинской губы, она по канализационному коллектору достаточно быстро поступает в КОС «Чавыча» либо в слабо разбавленном, либо в неразбавленном виде ввиду залповых сбросов, появляющихся после отжима творожной массы. Её негативное влияние на физиологическое состояние живых одно- и многоклеточных организмов активного ила, осуществляющих биологическую очистку канализационных стоков, было установлено нами в ходе лабораторных экспериментов [Мангазеев, Клочкова Т., 2021]. Эти исследования показали, что микробиом активного ила городских очистных сооружений

КОС «Чавыча» в силу неблагоприятных климатических условий характеризуется обеднённым составом. В изученном иле было обнаружено 10 видов одно- и многоклеточных организмов, а проведённые эксперименты показали, что концентрация сыворотки 10% заметно снижает двигательную активность простейших, её концентрация 20% приводит к гибели амёб и снижает двигательную активность инфузорий. Воздействие в течение суток на организмы активного ила 40%-й сывороткой приводит к гибели всех простейших, колловраток и нитчатой цианобактерии. Регулярное поступление залповых сбросов сыворотки на очистные сооружения, таким образом, вызывает деградацию активного ила и его дисфункцию.

По разным причинам, не последнее место среди которых, безусловно, принадлежит негативному воздействию сыворотки, единственные в городе очистные сооружения КОС «Чавыча» многие годы не справляются с существующей нагрузкой и требуют реконструкции и увеличения мощности [Канализационные очистные сооружения., эл. ресурс]. О негативном влиянии стоков КОС «Чавыча» на биоту Авачинской губы мы судили по данным сравнительного анализа видового состава макрофитобентоса участка, прилежащего к месту их слива у мыса Чавыча за 2005 и 2023 гг. Таковой определялся нами в ходе многолетнего изучения антропогенной трансформации макрофитобентоса внутренней части Авачинской губы и, в частности м. Чавыча, как одного из регулярно обследовавшихся с этой целью участков побережья [Очеретяна, Клочкова Н., 2000; Клочкова Н., Березовская, 2001; Очеретяна и др., 2015; Климова, 2013; Клочкова Т. и др., 2021; и др.] (табл. 1).

Из представленной таблицы видно, что в 1999 г. у м. Чавыча встречалось 43 вида водорослей и 27 из них были массовыми. В 2023 г. здесь было обнаружено только 20 видов, массовыми видами среди них были 2 вида бурых и 6 зелёных водорослей. Среди 23 видов Rhodophyta здесь сохранилось только 10 видов. При этом все они ныне, включая виды порфирикового комплекса, не относятся к числу массовых.

Сокращение видового состава сопровождалось уменьшением площадей дна и снижением плотности произрастания водорослей (рис. 1). Здесь практически исчез пояс литоральной бурой водоросли *Fucus distichus* и виды, обычно встречающиеся под его пологом. Многолетние представители альгофлоры заменились эфемерными, короткоцикловыми Chlorophyta, массовое развитие среди них приобрели самые полисапробные виды — *Urospora penicilliformis* и *Ulvaria splendens*.

Из сублиторального макрофитобентоса обсуждаемого района исчезли багряные кораллиновые водоросли (позиции в таблице 23–27), характеризующиеся клеточными оболочками, тяжело инкрустированными солями кальция.

Таблица 1. Изменения\* видового состава и количественного развития прежде массовых видов водорослей у м. Чавыча в районе сброса вод очистных сооружений за период 1999–2023 гг.

№ п/п	Вид	Годы			
		1999	2005	2009	2023
Отдел Chlorophyta – Зелёные водоросли					
1	<i>Acrosiphonia duriuscula</i> (Ruprecht) Yendo	++	++	++	+
2	<i>Urospora penicilliformis</i> (Roth) Areschoug	++	++	++	++
3	<i>Blidingia minima</i> (Nägeli ex Kützing) Kylin	++	++	++	++
4	<i>Monostroma grevillei</i> (Thuret) Wittrock	+	+	++	++
5	<i>Ulva linza</i> Linnaeus	++	++	++	++
6	<i>Ulva fenestrata</i> Postels et Ruprecht	+	++	++	++
7	<i>Ulvaria blyttii</i> (Areschoug) Vinogradova	+	+	++	++
Отдел Ochrophyta – Бурые водоросли					
8	<i>Chordaria flagelliformis</i> (Müller) C. Agardh	++	+	+	–
9	<i>Analipus filiformis</i> (Ruprecht) Papenfuss	+	+	–	–
10	<i>Analipus japonicus</i> (Ruprecht) Papenfuss	++	++	+	–
11	<i>Ralfsia fungiformis</i> (Gunnerus) Setchell et Gardner	+	+	–	–
12	<i>Dictyosiphon foeniculaceus</i> (Hudson) Greville	+	+	–	–
13	<i>Desmarestia intermedia</i> Postels et Ruprecht	++	+	–	–
14	<i>Agarum pertusum</i> Mertens ex Postels et Ruprecht emend. N. Klochkova, Klimova, T. Klochkova	++	+	–	–
15	<i>Hedophyllum bongardianum</i> (Postels et Ruprecht) Yendo	++	++	++	++
16	<i>Saccharina latissima</i> (Linnaeus) Lane, Mayes, Druehl	+	+	–	–
17	<i>Talassiophyllum clathrus</i> (Gmelin) Postels et Ruprecht	+	–	–	–
18	<i>Alaria esculenta</i> (Linnaeus) Grevill	++	++	++	++
19	<i>Fucus distichus</i> Linnaeus	++	++	++	+
Отдел Rhodophyta – Красные водоросли					
20	<i>Wildemania amplissima</i> (Kjellman) Foslie	++	+	+	+
21	<i>Porphyra ochotensis</i> Nagai	++	+	+	+
22	<i>Hildenbrandtia rubra</i> (Sommerfelt) Meneghini	+	–	–	–
23	<i>Bossiella compressa</i> Kloczcova	+	+	+	–
24	<i>Clathromorphum circumscriptum</i> (Strömfelt) Foslie	++	+	+	+
25	<i>Clathromorphum compactum</i> (Kjellman) Foslie	++	+	–	–

Окончание табл. 1

№ п/п	Вид	Годы			
		1999	2005	2009	2023
26	<i>Corallina pilulifera</i> Postels et Ruprecht	++	+	–	–
27	<i>Phymatolithon lamii</i> (Lemoine) Chamberlain	++	+	–	–
28	<i>Constantinea rosa-marina</i> (Gmelin) Postels et Ruprecht	+	–	–	–
29	<i>Gloiopeltis furcata</i> (Postels et Ruprecht) J. Ag.	++	+	+	–
30	<i>Callophyllis rhynchocarpa</i> Ruprecht	+	–	–	–
31	<i>Kallymeniopsis lacera</i> (Ruprecht) Perestenko	+	–	–	–
32	<i>Mastocarpus pacificus</i> (Kjellmann) Perestenko	++	+	+	+
33	<i>Halosaccion glandiforme</i> (Gmelin) Ruprecht	++	++	+	+
34	<i>Devaleraea firma</i> (Postels et Ruprecht) Selivanova.	++	++	+	–
35	<i>Devaleraea stenogona</i> (Perestenko) Skriptsova et Kalita	++	++	++	+
36	<i>Ptilota plumosa</i> C. Agardh	++	++	+	+
37	<i>Hymenena ruthenica</i> (Postels et Ruprecht) Zinova	+	+	–	–
38	<i>Phycodrys riggii</i> Gardner	+	+	+	–
39	<i>Neorhodomela larix</i> (Turner) Masuda	++	++	+	+
40	<i>Odonthalia kamtschatica</i> (Ruprecht) J. Agardh	++	++	+	+
41	<i>Odonthalia setacea</i> (Ruprecht) Perestenko	+	++	+	–
42	<i>Polysiphonia stricta</i> (Mertens ex Dillwyn) Greville	++	+	+	–
43	<i>Savoiea bipinnata</i> (Postels et Ruprecht) Wynne	++	++	++	+

\* Примечание. Два плюса – массовый или часто встречающийся вид; один плюс – редкий или единичный вид; минус – вид отсутствует.

Основную роль в их биоминерализации играют полисахариды, и повышение рН воды значительно тормозит этот процесс. Мы полагаем, что повышенная кислотность прибрежных вод, периодически возникающая при поступлении в них выбросов молочной сыворотки, безусловно, внесла значительный вклад в деструкцию макрофитобентоса у побережья м. Чавыча и гибель представителей этой группы багряных водорослей, а также беспозвоночных, имеющих наружный кальциевый скелет.

Из пяти ранее произраставших у мыса Чавыча ламинариевых к настоящему времени сохранились только *Hedophyllum bongardianum* и *Alaria esculenta* (табл. 1), при этом нижняя граница их распространения поднялась вверх до глубины 3 м, а плотность произрастания и проективное покрытие уменьшились более чем на 35–40%. Говорить однозначно о том, что эти изменения — прямое следствие регулярного закисления прибрежных вод



Рис. 1. Спутниковые фотоснимки мыса Чавыча из архива программы Google Earth Pro, выполненные в 2005 (1) и 2023 (2) гг. Тёмные пятна в прибрежье – места развития макрофитобентоса

района, было бы не совсем корректным, поскольку побережье м. Чавыча регулярно подвергается воздействию нефтяного, фенольного, биогенного и других видов антропогенного загрязнения. Несомненно, одно: воздействие на организмы активного ила и закисление морских вод молочной творожной сывороткой, ежегодно сотнями тонн сбрасываемой Молокозаводом Петропавловский, внесло свою значительную лепту в деструкцию макрофитобентоса.

Авачинская губа до сих пор сохраняет статус важного рыбохозяйственного водоёма. Она является местом смолтификации и нагула молоди диких и выращенных в заводских условиях лососёвых. В связи с этим так важно сохранять её чистоту. КОС «Чавыча» входит в Северную технологическую зону Петропавловск-Камчатского городского округа. В будущем к ней планируется подсоединить все сети водоотведения центральной части города и расположенных в её пределах производственных объектов, имеющих самостоятельные канализационные выпуски сточных вод в Авачинскую губу. Для создания единой системы водоотведения хозяйственно-бытовых и производственных стоков и увеличению мощности очистных канализационных сооружений потребуются миллиардные затраты. Однако уже сейчас можно говорить о том, что без перехвата залповых сбросов молочной творожной сыворотки АО «Молокозавод Петропавловский» они могут оказаться мало или вовсе не эффективными, тем более потому, что в недалёком будущем это предприятие пищевой промышленности планирует расширить производство молочной и в том числе творожной продукции за счёт создания собственного дойного стада.

До наших исследований такой вид загрязнения как залповые сбросы творожной молочной сыворотки никем, в том числе специализированной

лабораторией (филиал ФГБУ «ЦЛАТИ по Камчатскому краю»), контролирующей уровень загрязнения внутренних и прибрежных вод шельфа, в том числе и Авачинской губы, не учитывался. Наши исследования свидетельствуют о необходимости решения вопроса о полном цикле переработки молочной сыворотки на АО «Молокозавод Петропавловский» или же создании на нём системы очистки производственных стоков, способных перехватывать и нейтрализовать низкомолекулярные соединения, к числу которых относятся органические кислоты сыворотки, в том числе молочная кислота ( $C_3H_6O_3$ ) с молярной массой 90,08 г/моль, которая не улавливается современными ультра- и нанофильтрами и не трансформируется организмами активного ила очистных сооружений.

## Литература

Березовская В.А. 2002. Макрофитобентос как показатель состояния среды в прибрежных водах Камчатки: Автореф. дис. ... д-ра геогр. наук. — Владивосток: ТИГ ДВО РАН. — 49 с.

Годовой отчёт акционерного общества «Молокозавод Петропавловский» за 2020 г. — URL: <https://pkgo.ru/upload/iblock/b93/b93cf9b99f59844988cab4b5cd49f137.pdf> (дата обращения: 29.05.2024).

Доклад о состоянии окружающей среды в Камчатском крае в 2020 году. 2021 // Министерство природных ресурсов и экологии Камчатского края. — URL: <https://minpriir.kamgov.ru/ohrana-okruzausej-sredu> (дата обращения: 29.05.2024).

Канализационные очистные сооружения «Чавыча» реконструируют на Камчатке. Все подробности. — URL: <https://www.kamgov.ru/news/kanalizacionnye-ocistnye-sooruzenia-cavuca-rekonstruiut-na-kamcatke-53736> (дата обращения: 29.05.2024).

Климова А.В. 2013. Развитие *Alaria marginata* в условиях антропогенного загрязнения прибрежных вод Юго-Восточной Камчатки // Мат-лы Всерос. науч.-практ. конф. «Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промысловое и техническое использование». — Петропавловск-Камч.: КамчатГТУ. — С. 173–176.

Клочкова Н.Г., Березовская В.А. 2001. Макрофитобентос Авачинской губы и его антропогенная деструкция. — Владивосток: Дальнаука. — 208 с.

Клочкова Т.А., Кашутин А.Н., Климова А.В., Клочкова Н.Г. 2021. Биология развития и экология бурой водоросли *Fucus distichus* в прибрежных водах Камчатки. — Петропавловск-Камч.: КамчатГТУ. — 128 с.

Мангазеев А.В., Клочкова Т.А. 2021. Влияние молочной творожной сыворотки на физиологическое состояние активного ила очистных сооружений // Мат-лы XII Нац. (Всерос.) науч.-практ. конф. «Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промысловое и техническое использование» (12–14 апр. 2021 г.). — Петропавловск-Камч.: КамчатГТУ. — С. 20–23.

Новости Росстата / Федеральная служба государственной статистики / Производство и отгрузка сельскохозяйственной продукции. — URL: <https://rosstat.gov.ru/folder/313/document/71808> (дата обращения: 27.05.2024).

*Очеретяна С. О., Клочкова Н. Г.* 2010. Позднеосенний состав зелёных эфемерных водорослей в районах бункеровок флота в Авачинской губе (Юго-Восточная Камчатка) // Вестн. КамчатГТУ. — Вып. 11. — С. 58–65.

*Очеретяна С. О., Клочкова Н. Г., Клочкова Т. А.* 2015. Сезонный состав «зелёных приливов» в Авачинской губе и влияние антропогенного загрязнения на физиологию и рост некоторых зелёных водорослей // Вестн. КамчатГТУ. — Вып. 33. — С. 30–36.

*Постановление* Правительства РФ от 29.07.2013 № 644 (ред. от 28.11.2023) «Об утверждении Правил холодного водоснабжения и водоотведения и о внесении изменений в некоторые акты Правительства Российской Федерации».



## ДАННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЙ 2023 г. ПО ВОЗДЕЙСТВИЮ ОЗЕРНОВСКОГО ГОРНО-МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО КОМБИНАТА (ОГМК) НА СОСТОЯНИЕ ИХТИОФАУНЫ РЕК ОЗЁРНАЯ ВОСТОЧНАЯ И УКА (СЕВЕРО-ВОСТОЧНАЯ КАМЧАТКА)

**С.Г. Коростелев, А.В. Улатов**

Камчатский филиал Тихоокеанского института географии (КФ ТИГ) ДВО РАН,  
Петропавловск-Камчатский

*Research data of 2023 on the impact of the Ozernovsky Mining and Metallurgical Plant  
(OMMP) on the state of ichthyofauna of the Ozernaya Vostochnaya and Uka Rivers  
(North-Eastern Kamchatka)*

**S. G. Korostelev, A. V. Ulatov**

Kamchatka Branch of Pacific Geographical Institute (KB PGI) FEB RAS,  
Petropavlovsk-Kamchatsky

Реки Озёрная Восточная и Ука — крупнейшие, сравнительно нетронутые, лососёвые речные системы Северо-Восточной Камчатки, с хорошо сохранившимся нерестово-выростным фондом. Река Озёрная является уникальным объектом спортивно-любительского рыболовства. Великолепное состояние биоресурсной базы, большое разнообразие объектов лова, комплекс других природных условий, сложившийся в бассейне данной реки, предопределяет её важнейшее значение и перспективы для рекреационно-туристической деятельности среди прочих рек Камчатского края [Шатило, Леман, 2008].

В бассейнах этих рек обитают 20 видов пресноводных, анадромных и прибрежных рыб и рыбообразных [Шейко, Фёдоров, 2000], относящихся к 2 классам, 9 семействам и 13 родам. В ихтиофауне бассейна рек Озёрная Восточная и Ука преобладают представители отряда лососеобразных Salmoniformes: 3 семейства, 7 родов и 12 видов.

Реки Озёрная Восточная и Ука составляют около 4% нерестового фонда тихоокеанских лососей *Oncorhynchus* Карагинской подзоны и обеспечивают до 10% её уловов этих рыб. Удельная продуктивность бассейнов достигает 1,4–2,35 т/км<sup>2</sup>, а удельная рыбопродуктивность нерестилищ — 3,64–9,57 кг/м<sup>2</sup> (одни из самых высоких показателей не только среди рек восточного побережья Камчатки, но и Камчатки в целом). Общая площадь нерестилищ тихоокеанских лососей в р. Озёрной Восточной — 125 га, р. Ука — 290 га. Общая численность пропущенных на нерест тихоокеанских лососей в первой из них достигает 4,3 (2007 г.), во второй — 2,84 млн рыб (2009 г.). В нечётные

годы обе реки обеспечивают 4,5–9,5 тыс. т, в среднем 6,5 тыс. т (в последние 7–8 лет вылов в обоих реках увеличился в 1,5–2 раза) вылова тихоокеанских лососей. Промысловая рыбопродуктивность обоих рек достигает 15,5 тыс. т, а их общая рыбопродуктивность — 21,5 тыс. т. [Введенская, Улатов, 2015].

В бассейне р. Озёрная Восточная основные нерестилища нерки, кеты и кижуча приурочены к верхнему течению, особенно к р. Левая Озёрная в районе Озерновского золоторудного месторождения. Ранее на примере Агинского горнообогатительного комбината (ГОК) показано, что добыча и переработка золотосодержащих руд приводит к разрушению среды обитания лососей в горных реках и сырьевой базы рыбной отрасли экономики [Жмур и др., 2014]. В связи с этим, в сентябре 2023 г. выполнен комплекс мониторинговых исследований состояния среды обитания и воспроизводства лососёвых рыб в водотоках, находящихся в зоне инструментально регистрируемого и вероятного техногенного воздействия ОГМК.

Ихтиологические наблюдения включали изучение видового состава и плотности сообщества рыб, с визуальной оценкой состояния качества среды обитания и были нацелены на получение следующих основных данных:

- видовое разнообразие (видовая структура ихтиоценов), численность/плотность заселения молоди и нереста производителей (экз./м<sup>2</sup> или экз./п. м длины русла);
- предварительная оценка состояния нерестовых участков;
- инвентаризация мест обитаний лососёвых рыб (нерестовые, нагульные, транзитные участки в районах станций наблюдения);
- оценка антропогенных воздействий на среду обитания лососёвых рыб, включая исследование трансформаций среды обитания (стадий обитания и миграционных путей) лососёвых рыб, в том числе исследование фактических изменений в результате реализации хозяйственной деятельности, с определением последствий антропогенной нагрузки на среду обитания, видовую структуру и плотность ихтиоценов.

В 2023 г. исследованы следующие водотоки:

- приустьевые участки ручьёв Хомут (ст. О-4), Эталонный (ст. О-6) и Нежный (ст. О-9), находящихся в зоне интенсивного техногенного воздействия промплощадок открытых горных работ, хвостохранилища и др. промышленной инфраструктуры ОГМК;
- приустьевой участок руч. б/н (на ПК 547+20, ст. О-12), расположенный за пределами зоны техногенного воздействия ОГМК;
- лимнокрен (ст. О-4) р. Левая Озёрная (за пределами техногенного воздействия ОГМК);
- река Левая Озёрная на участках: от ст. О-1 до ст. О-5 (верхнее течение, 97% выше зоны техногенного воздействия ОГМК), от ст. О-5

до ст. О-13 (в зоне воздействия ОГМК через сбросы сточных вод в руч. Хомут и Эталонный), ст. О-14 (нижнее течение, в зоне вероятного воздействия ОГМК);

- река Перевальная на участках: ст. О-3 (верхнее течение, за пределами техногенного воздействия ОГМК), ст. О-10 и ст. О-11 (в зоне вероятного воздействия ОГМК через сбросы сточных вод в руч. Нежный);
- река Правая Озёрная на приустьевом участке на ст. О-15 (выше зоны вероятного техногенного воздействия ОГМК);
- река Озёрная на участке выше устья р. Телямина О-16 (в зоне вероятного техногенного воздействия ОГМК).

Малые ручьи (Хомут, Эталонный, Нежный и б/н на ПК 547+20) удобны для ранней диагностики техногенных воздействий, так как из-за своих малых размеров, относительной однородности среды и простоты связей в системе «водосбор — ручей», техногенное воздействие на них проявляется раньше и резче, чем в более крупных водотоках. При обосновании сети наблюдений исходили из принципа расположения станций как выше, так и ниже по течению от источника воздействия; в замыкающих створах, суммирующих техногенное воздействие в бассейне того или иного водотока, а также в парных водотоках, испытывающих и не испытывающих воздействие.

Для учёта численности молоди лососей длина каждого исследованного участка русла составляла 10–100 м, учёт выполняли саком-ловушкой и/или мальковым неводом сплошными (в отшнуровавшихся от основного русла ямах) и выборочными обловами, а также визуально. Улов прижизненно разбирали по видам и возрастным категориям, затем молодь лососей выпускали обратно в природную среду. Средняя площадь облова саком-ловушкой от 0,5 до 2 м<sup>2</sup>, мальковым неводом — от 10 до 50 м<sup>2</sup>. На подконтрольных участках помимо численности молоди учитывали площадь стаций обитания. По результатам мальковой съёмки оценивали рыбопродуктивность нагульно-выростных угодий — среднюю численность молоди на единицу площади, или плотность населения (экз./м<sup>2</sup>).

Для учёта численности производителей лососей длина каждого исследованного участка русла составляла от 100 м до 10 км, учёт выполняли визуально с берега или с лодки, используя поляризационные очки. По результатам учёта оценивали плотность нереста в расчёте на единицу длины реки (экз./п. км русла).

Результаты визуальных наблюдений и облов молоди лососей с вычислением плотности обитания (населения) молоди лососёвых рыб в водотоках, исследованных в 2023 г., представлены в таблице 1.

Наиболее высокие плотности обитания молоди отмечены в чистых ручьях — притоках р. Перевальная и Левая Озёрная — в руч. б/н / О-12

максимальная — 7,5 экз./м<sup>2</sup>; средняя — 0,75 экз./м<sup>2</sup>, и в руч. б/н (правом при-токе р. Перевальная в районе ст. О-11), где на приустьевом участке русла плотность обитания молоди достигала 8,8 экз./м<sup>2</sup> (при средней плотности 1,33 экз./м<sup>2</sup>, табл. 1). При этом в ихтиоценое ручья помимо молоди гольца встречалась и молодь тихоокеанских лососей, в том числе кижуча и чавычи, что может свидетельствовать о том, что в р. Перевальная в районе ст. О-11 в 2022 г. (год, предшествующий году исследований) успешно отнерестились производители кижуча и чавычи. Относительно высока плотность населения молоди лососей в приустьевой зоне р. Правая Озёрная в укрытиях под берегами максимальная — 10 экз./м<sup>2</sup>; средняя — 0,22 экз./м<sup>2</sup>, а также во второстепенных пойменных протоках р. Левая Озёрная на участке русла между станциями О-1 и О-13: максимальная — 5,0–6,6 экз./м<sup>2</sup>, средняя — 0,5–0,6 экз./м<sup>2</sup>. При этом в главном русле на участке р. Левая Озёрная между станциями О-1 и О-13 плотность низка: максимальная — 0,13–0,16 экз./м<sup>2</sup>; средняя — 0,05–0,06 экз./м<sup>2</sup>. В р. Перевальная плотность молоди лососей на порядок ниже, чем в р. Левая Озёрная (табл. 1).

Молодь тихоокеанских лососей и гольца полностью отсутствовала в зонах прямого техногенного воздействия (ст. О-4, О-6, О-7–1, О-7–2, О-9) — в ручьях Хомут, Эталонный, Нежный, где в 2023 г. наблюдалось экстремальное загрязнение природных вод тяжёлыми металлами. Для этих водотоков характерен постоянный вынос техногенных наносов, сильно изменённый природный сток не только микроионов, но и макроионов, закисление (ацидификация). Так, состав макроионов трансформировался в сульфатно-кальциевый, воды кислые (рН < 6,5), гидрокарбонаты отсутствуют или их очень мало, крайне высоко содержание электролитов (220–550 мкСм/см), а индексы загрязнения воды тяжёлыми металлами очень высоки (ИЗВ = 6,66–42,05) и соответствуют 6–7 кл. качества (очень грязные и чрезвычайно грязные) воды. Производители тихоокеанских лососей и гольца в зонах прямого техногенного воздействия также отсутствовали.

Наиболее благоприятная ситуация с нерестом лососей сохраняется в лимнокрене р. Левая Озёрная выше и ниже ст. О-1 — здесь нерестилища в конце сентября 2023 г. занимали около 50% площади водоёма, плотность нереста достигала 1,0–1,5 тыс. экз. на 1 п. км водоёма. Всего в лимнокрене общей длиной 3,1 км в сентябре 2023 г. нерестилось в общей сложности примерно 3,0–4,5 тыс. экз. кижуча, нерки и кеты, что по всей видимости в разы ниже потенциальной нерестовой ёмкости данного уникального нерестового водоёма.

На участке русла р. Левая Озёрная от ст. О-1 до ст. О-5 длиной 3,6 км ниже лимнокрена в сентябре 2023 г., нерестилось в общей сложности 1 тыс. экз. кижуча, нерки и кеты, нерестовые участки занимали менее 10% площади русла, что на порядок ниже потенциальной нерестовой ёмкости

Таблица 1. Плотность населения молоди лососевых рыб в исследованных водотоках в 2023 г.

Станция	№	Площадь участка, м <sup>2</sup>	Площадь стаций (S облова), м <sup>2</sup>	Улов, экз.	голец, экз.		кижуч, экз.		нерка, экз.		чавыча, экз.		Общая численность, экз.	Плотность заселен. стаций, экз./м <sup>2</sup>	Плотность заселен. участков <sup>**</sup> , экз./м <sup>2</sup>
					0+	1+	0+	1+	0+	1+	0+	1+			
Лимнокрен / О-1	1	10	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	0,0	0,0
Левая Озерная / уч-к О-1 –О-5: протоки главное русло	2	15	2	6	3	1	1	1	-	-	-	-	10,0	5,0	0,6
	3	50	25	2	1	-	1	-	-	-	-	-	3,3	0,13	0,06
р. Левая Озерная / уч-к О-5 –О-13: протоки главное русло	4	20	2,5	10	3	3	2	1	1	-	-	-	16,6	6,6	0,5
	5	70	20	2	-	2	-	-	-	-	-	-	3,3	0,16	0,05
Хомут / О-4	6	200	100	0	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	0,0	0,0
руч. Эталонный / О-6	7	100	80	0	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	0,0	0,0
Эталонный-1 / О-7-1	8	20	12	0	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	0,0	0,0
Эталонный-2 / О-7-2	9	10	5	0	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	0,0	0,0
руч. б/н / О-12	10	10	4	18	9	2	5	2	-	-	-	-	30,0	7,5	0,75
р. Левая Озерная / О-14	11	150	15	1	1	-	-	-	-	-	-	-	1,6	0,1	0,01
р. Правая Озерная / О-15	12	100	2	13	6	3	1	1	2	-	-	-	21,7	10,0	0,22

Окончание табл. 1

Станция	№	Площадь участка, м <sup>2</sup>	Площадь стаций (S облова), м <sup>2</sup>	Улов экз.	голец, экз.		кижуч, экз.		нерка, экз.		чавыча, экз.		Общая численность, экз.*	Плотность заселен. стаций, экз./м <sup>2</sup>	Плотность заселен. участков**, экз./м <sup>2</sup>
					0+	1+	0+	1+	0+	1+	0+	1+			
р. Озерная / О-16	13	100	2	6	1	3	1	1	0	1	—	—	10,0	5,0	0,1
руч. Нежный / устье (≈О-9)	14	10	3	0	—	—	—	—	—	—	—	—	0,0	0,0	0,0
р. Перевальная / О-10:	15	20	3	1	—	1	—	—	—	—	—	—	1,6	0,53	0,08
протоки главное русло	16	150	40	1	1	—	—	—	—	—	—	—	1,6	0,04	0,011
р. Перевальная / О-3	17	150	20	1	1	—	—	—	—	—	—	—	1,6	0,08	0,011
р. Перевальная / О-11:	18	30	10	2	2	—	—	—	—	—	—	—	3,3	0,33	0,11
главное русло приток руч. б/н	19	10	1,5	8	3	2	—	2	—	—	1	—	13,3	8,8	1,33

\* — коэффициент уловистости — 0,6;

\*\* — на крупных водотоках расположение стаций шириной в 1 м вдоль обоих берегов реки, 10% численности молоди в оставшейся части русла от её общего количества вдоль берегов. Плотность заселения участков определена как отношение общей численности молоди к общей площади всех участков.

данного участка реки, обильно подпитываемого грунтовыми водами из лимнокрена. На данном участке русла на левом берегу обнаружены 3 площадки браконьерского лова производителей на нерестилищах и ямах, которые видимо регулярно (несколько раз в месяц) посещают работники ОГМК, в том числе площадку на ст. О-1 на вездеходе(ах).

На участке русла р. Левая Озёрная от ст. О-5 до ст. О-13 длиной 12,3 км в зоне фактического воздействия ОГМК (сбросы сточных вод, поступающие через загрязнённый сток руч. Хомут и руч. Эталонный) в сентябре 2023 г. нерестилось не более 2 тыс. экз. кижуча, нерки и кеты, нерестовые участки занимали менее 5% площади русла, что на порядок ниже потенциальной нерестовой ёмкости данного участка реки.

На нижележащих участках русла (от ст. О-13 до ст. О-16) в середине — конце сентября 2023 г. наблюдались разреженные нерестовые скопления нерки и кеты, а также нерестовые и преднерестовые скопления кижуча. Общую численность рыб можно оценить в пределах 2–3 тыс. производителей, а плотность нерестовых участков составляла в пределах 1–5% площади русла. Вместе с тем, на берегах и на дне реки повсеместно наблюдали снёнку горбуши. Оценить какую долю площади русла занимали нерестовые участки горбуши, которая массово закончила нерест в августе 2023 г., т.е. месяцем ранее начала исследований, не представилось возможным. По характеру донных отложений можно предположить, что нерестилища могли занимать 50–80% русла, а средняя плотность нереста могла достигать более 10–30 тыс. экз. горбуши на 1 п. км русла.

В реке Перевальная нерест тихоокеанских лососей в середине — конце сентября 2023 г. наблюдался лишь на самой нижней ст. О-11 (6 км ниже устья руч. Нежный, через который происходит привнос загрязняющих веществ в р. Перевальная с хвостохранилища ОГМК), где единично наблюдались производители нерки в брачном наряде. На остальных станциях (О-3, О-10) производители тихоокеанских лососей и гольца отсутствовали.

На руч. б/н (на ПК 547+20), в котором качество воды соответствует эталонному состоянию лососёвого водотока в зоне повышенного природного фона, ниже ст. О-12 (20 м ниже моста, ближе к устью) обнаружено тяжёлое механическое воздействие в виде спрямления естественного природного русла водотока с осушением излучины длиной более 200 м. Это стало следствием строительства подъездной автодороги к ОГМК в 2017 г. На данном участке русло ручья до 2017 г. имело излучину, которая в 2018 г. исчезла (обсохла), одновременно появился прямолинейный искусственный прорыв (канал) на пойме. На правом берегу ручья до сих пор обнаруживаются старые следы экскаваторной техники с отвалами грунта на правом берегу ниже створа прорыва русла руч. б/н (на ПК 547+20) со сбросом водотока

на высокую пойму р. Левая Озёрная. Общая площадь сокращения жизненного пространства лососёвых рыб в руч. б/н (на ПК 547+20) составила примерно 1000 м<sup>2</sup> нерестовых и нагульно-выростных угодий, которые на протяжении более 6 лет выведены из процессов воспроизводства лососей. Данный факт наличия зоны техногенного воздействия ОГМК там, где его не должно быть ни по одному проекту освоения Озерновского золоторудного месторождения, требует внимания и рекультивации.

## Литература

*Введенская Т.Л., Улатов А.В.* 2015. Обзор результатов исследований состояния лососёвых водных объектов с различной степенью антропогенной нагрузки в Камчатском крае // Тр. ВНИРО. — Т. 157. — С. 173–188.

*Жмур Н.С., Улатов А.В., Лапшин О.М.* 2014. Проблемы сохранения среды обитания лососёвых рыб в условиях развития минерально-сырьевой составляющей экономики Камчатского края // Биосфера. — Т. 6. — № 1. — С. 5–16.

*Шатило И.В., Леман В.Н.* 2008. Любительское и спортивное рыболовство на Камчатке: современное состояние, проблемы и подходы к их решению, перспективы развития. — Петропавловск-Камч.: Проект Программы развития ООН. — 80 с.

*Шейко Б.А., Фёдоров В.В.* 2000. Глава 1. Класс Cephalaspidomorphi — Миноги. Класс Condrichthyes — Хрящевые рыбы. Класс Holoccephali — Цельноголовые. Класс Osteichthyes — Костные рыбы // Каталог позвоночных Камчатки и сопредельных морских акваторий. — Петропавловск-Камч.: Камч. печат. двор. — С. 7–69.



## ОРНИТОЛОГИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ПОЛИГОНА ТВЁРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ У ПОСЁЛКА ВУЛКАННЫЙ (ЕЛИЗОВСКИЙ РАЙОН, КАМЧАТКА)

**Е. Г. Лобков**

Камчатский государственный технический университет (КамчатГТУ),  
Петропавловск-Камчатский

*Ornithological complex of the solid waste landfill near the Vulkanny Village  
(Yelizovsky District, Kamchatka)*

**E. G. Lobkov**

Kamchatka State Technical University (KSTU), Petropavlovsk-Kamchatsky

Полигон твёрдых бытовых отходов (далее — ТБО) в Елизовском муниципальном районе Камчатки у пос. Вулканный заработал в июле 2021 г. За год до этого закрыли свалку возле селения Пиначево. В основе структуры полигона ТБО — старый карьер, в котором ранее добывали песчано-гравийную смесь (ПГС) (рис. 1). Окружён каменноберёзовым лесом. Функционирует цех по сортировке мусора. Рядом автотрасса «Елизово — Паратунка».

Обследования полигона ТБО проведены с 9 июня 2023 г. по 11 июля 2024 г. Объект посещали ежемесячно по 1–3 раза (24 раза за год). Птиц учитывали абсолютным подсчётом в 10х бинокль на территории полигона и в его окрестностях на удалении до 2 км. За год непосредственно на мусорной свалке отмечено 17 видов птиц.



*Рис. 1. Свалка мусора в бывшем карьере на территории полигона ТБО  
весной (слева) и зимой (справа), 2023–2024 гг. (все фото автора)*

**Численность и пространственная структура скоплений птиц.** Птицы на полигоне ТБО и в его окрестностях в течение года есть всегда. При этом гнездятся только полевой воробей и камчатская (белая) трясогузка по одной паре. Негнездящиеся виды образуют массовые скопления. Их численность колеблется практически ото дня ко дню. Отчётливо выделяются два варианта скоплений: зимний и незимний (весенне-летне-осенний).

**Зимой** (снежное время года, с конца ноября по март) всё скопление птиц формируется непосредственно на территории полигона (мусорная свалка, цех по сортировке и самые ближайшие окрестности). За зиму отмечено 8 видов. Доминируют полевой воробей и врановые птицы (табл. 1). Последние представлены главным образом восточной чёрной вороной, немного воронов, редко бывает сорока. Хищные птицы единичны. Общая численность скопления в течение зимы колебалась от 1200 до (примерно) 4300 особей. Все собираются на мусоре и возле него. Наевшись, птицы отдыхают на склонах, обрамляющих свалку, дорогах, а также на деревьях (чёрные вороны, орланы), на кустах (воробьи), часть чёрных ворон и воронов разлетается по окрестностям.

Таблица 1. Видовой состав и численность птиц на полигоне ТБО зимой.

В качестве примеров взяты результаты учётов 19.12.2023 и 14.02.2024

Виды птиц	Учёт 19.12.2023		Учёт 14.02.2024	
	Учтено особей	Доля, %	Учтено особей	Доля, %
Белоплечий орлан	–	–	4	0,18
Восточная чёрная ворона	1250	29,37	650	29,75
Сорока	1	0,02	1	0,05
Ворон	5	0,12	30	1,37
Полевой воробей	3000	70,49	1500	68,65
Всего	4256	100	2850	100

**Весной, летом и осенью** (с апреля по середину ноября) в основе скоплений — чайки (табл. 2), прежде всего крупные морские белоголовые чайки, главным образом тихоокеанская чайка. Восточная чёрная ворона и полевой воробей уступают чайкам в численности. Всего отмечено 11 видов. Общая численность скопления колебалась в дни наших учётов примерно от 400 до 2850 особей. Чайки и чёрные вороны вместе часто сопровождают машины и трактора, разравнивающие свалку.

Таблица 2. Видовой состав и численность птиц на полигоне ТБО и в его окрестностях летом. В качестве примеров взяты результаты учётов 14.05.2024 и 4.06.2024

Виды птиц	Учёт 14.05.2024		Учёт 4.06.2024	
	Учтено особей	Доля, %	Учтено особей	Доля, %
Чернохвостая чайка	1	0,12	—	—
Тихоокеанская чайка	400	47,56	2500	88,18
Востоносибирская чайка	20	2,38	80	2,82
Серокрылая чайка	40	4,76	90	3,18
Бургомистр	50	5,94	80	2,82
Восточная чёрная ворона	80	9,51	35	1,24
Полевой воробей	250	29,73	50	1,76
Всего	841	100	2835	100

С появлением чашек скопление птиц на полигоне ТБО приобретает пространственную структуру. Её формируют именно чайки. Ядро скопления по-прежнему находится на мусорной свалке (рис. 2–4). Там чайки питаются. Но затем, наевшись, многие садятся здесь же на отдых на дорогу, оконтуривающие свалку склоны, линию ЛЭП, что проходит в лесу. Но, главное, — на находящийся рядом (в сотнях метров) действующий карьер песчано-гравийной смеси (ПГС) «Николаевка-1». Карьер глубокий, с озёрами-лужами на дне, с оголёнными глинистыми и песчано-гравийными склонами и дорогами. Никаких источников пищи. Отдыхающие чайки скапливаются неплотными (чуть рассеянными) стаями на удалённой части склонов карьера, на дорогах и на дне у озёр (рис. 5), где купаются и ухаживают за оперением, т. е. отличаются комфортным поведением. Летом 2023 г. и в июне 2024 г. многие отдыхали также на отвалах песчано-глинистого грунта ближе к полигону ТБО. Но к июлю 2024 г. это место, густо удобренное ранее помётом птиц, заросло травами, и чайки перестали здесь скапливаться.

Кроме того, примерно в 1,5–2 км от полигона находятся ещё два объекта, куда чайки также перелетают на отдых и где их поведение носит комфортный характер. Это — поле, засеянное кормовыми травами, что возле автодорожного кольца, и находящееся недалеко оз. Придорожное. Скопление чашек на всех этих объектах представляет собой единое целое. Их суммарная численность составляла от 723 до 1320 особей в 2023 г. и от 490 до 2750 — в 2024 г. (табл. 3). Больше всего чашек скапливается на отдых именно в действующем карьере ПГС. Время от времени вместе с чайками собираются восточные чёрные вороны, бывают они в небольшом числе и на оз. Придорожном.



Рис. 2–4. Тихоокеанские чайки у цеха сортировки мусора на полигоне ТБО, 8 июля 2024 г.



Рис. 5. Фрагмент скопления отдыхающих крупных морских белоголовых чаек (главным образом тихоокеанских чаек) на дне карьера ПГС «Николаевка-1», 4 июня 2024 г.

Таблица 3. Численности крупных морских белоголовых чаек, отдыхающих на разных объектах в районе полигона ТБО. В качестве примера взяты результаты учётов 11.10.2023 и 4.06.2024

Объекты в структуре скопления чаек	Учёт 9.06.2023		Учёт 4.06.2024	
	Учтено особей	Доля, %	Учтено особей	Доля, %
Свалка мусора	250	23,7	1150	41,82
Карьер ПГС «Николаевка-1»	575	54,5	1500	54,54
Поле кормовых трав	150	14,22	–	–
Озеро Придорожное	80	7,58	100	3,64
Всего	1055	100	2750	100

**Динамика скопления птиц на ТБО в дневное время и характер кочёвок.** Наблюдения в течение светлого времени суток (полные учёты произведены 5 июля 2023 г.) свидетельствуют о том, что скопление птиц на полигоне ТБО — нестабильное.

**Динамика в течение светлого времени суток.** Скопление ежедневно формируется с рассветом и максимальных значений численности достигает с приездом машин с мусором (8–9 час.). Примерно через 1 час (около 9 час.) начинается волна откочёвки («наевшихся») чаек, а также чёрных ворон. Далее в течение всего времени идёт непрерывный процесс откочёвки части птиц, и одновременно на полигон прилетают другие особи. В день учёта 5 июля 2023 г. число откочевавших утром особей превышало численность вновь прибывших, так что к 10 час. численность скопления уменьшилась на 30% и в последующем оставалось примерно (с колебаниями) на этом уровне.

**Динамика по дням.** На территории полигона ТБО, над полигоном и в его окрестностях птицы, особенно чайки, находятся в постоянном движении в разных направлениях. При этом важнейшие маршруты, какими чайки откочевывают на отдых, направлены либо в сторону ближайшего (несколько сот метров) действующего карьера ПГС «Николаевка-1», либо в сторону р. Паратунки и пос. Николаевка. На направлении в сторону Паратунки лежат «спутничные» объекты (поле кормовых трав и оз. Придорожное). Кроме того, на свалку (и с территории свалки) регулярно перелетают чайки со стороны Авачинской губы. Ранним летом 2023 г. самыми активными были кочёвки именно между полигоном ТБО и Авачинской губой. В 2024 г. наиболее активное движение происходило в сторону р. Паратунки. В небольшом числе чайки перелетают через пойму Авачи в сторону р. Авачи и Индустриального парка «Нагорный» (19 км). Тем самым все скопления крупных морских белоголовых чаек в нижней части бассейна Авачи и в придельтовой

зоне Авачинской губы «связаны» между собой кочёвками и функционируют как одно целое. Общая численность чаек во всём этом районе составляла порядка 8–10 тыс. особей. Местные кочёвки происходят в основном на высоте 15–30 м, транзитные — до 150 м, в режиме парения птицы могут быть ещё выше. Вследствие кочёвок численность чаек в любом из мест скопления может заметно меняться в течение короткого времени.

**Изменения по годам.** Численность чаек на полигоне ТБО ранним летом 2024 г. была выше, чем в предыдущем сезоне, но поздним летом — ниже. Предполагаем, что это связано с тем, что летом 2024 г. река Авача была трофически менее привлекательной для чаек из-за невысокой численности тихоокеанских лососей в период их речной миграции и нереста. Пиковые сезоны подходов горбуши (самого массового вида лососей), как известно, приходятся в реках Юго-Восточной Камчатки на нечётные годы [Бугаев, 1995; Бугаев, Дубынин 2002]. Решающее большинство чаек в области нижней части бассейна Авачи ранним летом 2024 г. собралось именно на полигоне ТБО, тогда как в 2023 г. трофические условия на реке были лучше (горбуши и кеты было больше), и многие чайки кормились именно там. Поздним летом 2024 г. (уже в августе) по той же причине чаек по всей нижней части бассейна Авачи, в том числе на полигоне, было мало.

### Повидовой обзор

**Кречет *Falco rusticolus*.** 29 сентября 2023 г. сокол спровоцировал панический взлёт восточных чёрных ворон (1800–1900 особей) на высоту до 50–80 м над полигоном.

**Белоплечий орлан *Haliaeetus pelagicus*.** Только зимой и ранней весной. По 1–4 особи в период с 14 января по 25 марта 2024 г. Кормятся на мусоре, отдыхают на берёзах на обрамляющих свалку склонах и в прилегающем лесу. В марте отличались высокой вокальной активностью. Преобладали особи в переходных нарядах (2–3 года).

**Тетеревятник *Accipiter gentilis*.** 26 февраля 2023 г. светлый по окраске ястреб спровоцировал панический взлёт восточных чёрных ворон (не менее 1200 особей), большинство которых затем разлетелись в радиусе 2–3 км.

**Беркут *Aquila chrysaetos*.** Одна встреча: 26 марта 2024 г., отдыхал на берёзе.

**Чернохвостая чайка *Larus crassirostris*.** Одиночка 14 мая 2024 г. в скоплении кормящихся крупных морских белоголовых чаек.

**Сизая чайка *Larus canus*.** Малочисленный вид. Нерегулярна осенними месяцами вместе с крупными морскими белоголовыми чайками. Найдена в период с 14 августа по 11 октября 2023 г., от 2–3 до 10–15 особей.

**Тихоокеанская чайка *Larus schistisagus*.** В незимнее время — доминирующий вид. Их не было на полигоне только с конца ноября 2023 г. по первую декаду апреля 2024 г. Наибольшие скопления отмечены в 2023 г. в период с конца сентября по конец октября и затем ранним летом 2024 г. (в июне — первой половине июля). Насчитывали до 1800–2500 особей. Наевшиеся чайки отдыхают затем в карьере ПГС «Николаевка-1». Днём там может собраться до половины и более всей численности вида в скоплении. От десятков до двух сотен особей регулярно отдыхают, кроме того, на оз. Придорожном. Ранним летом они могут собираться также на поле кормовых трав. Всё это рядом с полигоном. Активны кочёвки между полигоном, рекой Паратункой и Авачинской губой. Решающее большинство тихоокеанских чаек — взрослые. Доля птиц в переходных нарядах в разные дни и в разных скоплениях от 0,5–2% (2024 г.) до 30% (2023 г.).

**Восточносибирская чайка *Larus vegae*, серокрылая чайка *L. glaucescens*, бургомистр *L. hyperboreus*.** Эти виды из числа крупных морских белоголовых чаек почти всегда единично, десятками, или одной-двумя сотнями особей присутствуют вместе с тихоокеанскими чайками. Все вместе они могли составлять до 9–10% численности чаек (4 июня 2024 г.). Часто преобладают особи в переходных (неполовозрелых) нарядах.

**Черноголовый хохотун *Larus ichthyæetus*.** Одиночка, 29 сентября 2023 г.

**Озёрная чайка *Larus ridibundus*.** Нерегулярна. В сентябре 2023 г. до 50 особей сразу.

**Камчатская (белая) трясогузка *Motacilla (alba) lugens*.** В 2023 и 2024 гг. размножались по одной паре. В период с конца апреля до конца сентября по 1–3 особи.

**Сорока *Pica pica*.** Нерегулярно, чаще с декабря по март поодиночке.

**Восточная чёрная ворона *Corvus orientalis*.** Постоянный посетитель полигона. Круглый год. Осенью (сентябрь–октябрь) и зимой (февраль–март) численность максимальна (до 1–2 тыс. особей). В апреле скопление разрушается. В период размножения (май–август) малочисленна: от 10–15 до 70–90 особей. Кормятся на мусоре, отдыхают на деревьях на склонах и в лесу вдоль границы полигона. Десятками и сотнями вместе с чайками бывают на склонах карьера ПГС, но не всегда. В 1,5–2 км от свалки зимой 2023/24 гг. сформировалось ночёвочное скопление (не менее 1–1,5 тыс.). Регулярны кочёвки между полигоном и ближайшими населёнными пунктами. Весной крупные морские чайки демонстрировали агрессию и буквально прогоняли ворон с мусора. К орланам и беркуту равнодушны. Но с появлением в небе тетеревятника и кречета способны к паническому массовым взлётам. Тогда над полигоном могут кружить сотни и до 1,2–1,9 тыс. особей.

**Ворон *Corvus corax*.** Регулярно находились на свалке и в её окрестностях с конца ноября по апрель в количестве от 10–15 до 50 особей. Летом единичны.

**Полевой воробей *Passer montanus*.** По окончании первого цикла размножения (начало июля 2024 г.) насчитывали до 17–20 особей взрослых и молодых вместе. В большом числе воробьи собираются осенью: с сентября численность нарастает и зимой достигает максимума (до 1,5–3,0 тыс.). Высокие показатели численности отмечались до конца марта. Держатся плотным скоплением на мусоре, часто рассаживаются стаями на кусты и невысокие деревья, где обращают на себя внимание громким гвалтом.

**Заключение.** Птицы на полигоне ТБО у пос. Вулканный во многом определяют облик орнитологической обстановки в нижней части бассейна Авачи, их скопление здесь — одно из ключевых в районе. Мониторинг объекта актуален в связи с необходимостью обеспечения орнитологической безопасности на приаэродромной территории аэропорта «Петропавловск-Камчатский (Елизово)».

Велика санитарная роль птиц: по предварительным подсчётам за год (теоретически) они могли съесть и растащить по округе 100–150 т пищевых отходов.

Существует также мнение о том, что экологические связи со свалками бытового мусора могут быть звеном на пути к формированию городских группировок чайковых птиц [Ежов, Краснов, 2024]. Такие группировки есть во многих приморских городах, в том числе в Магадане, на Чукотке. Не исключено их появление со временем в Петропавловске-Камчатском.

## Литература

Бугаев В. Ф. 1995. Азиатская нерка (пресноводный период жизни, структура локальных стад, динамика численности). — М.: Колос. — 463 с.

Бугаев В. Ф., Дубынин В. А. 2002. Факторы, влияющие на биологические показатели и динамику численности нерки *Oncorhynchus nerka* рек Озёрной и Камчатка // Изв. ТИНРО. — Т. 130. — С. 679–757.

Ежов А. В., Краснов Ю. В. 2024. Формирование городских группировок чайковых птиц в Мурманске // Рус. орнитол. журн. — Т. 33. — Экспресс-вып. № 2431. — С. 2846–2849.



## ВОЗБУДИТЕЛЬ БАКТЕРИАЛЬНОЙ ПОЧЕЧНОЙ БОЛЕЗНИ У ЛОСОСЕЙ КАМЧАТКИ

**Е. А. Устименко, Е. В. Бочкова, Н. В. Сергеенко**

Камчатский филиал Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии (КамчатНИРО), Петропавловск-Камчатский

*The causative agent of bacterial kidney disease in Kamchatka salmon*

**E. A. Ustimenko, E. V. Bochkova, N. V. Sergeenko**

Kamchatka Branch of Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography  
(KamchatNIRO), Petropavlovsk-Kamchatsky

Большинство бактериальных инфекций рыб не имеют значимого влияния на численность популяций гидробионтов. Условно-патогенные бактерии являются обычными представителями водной микрофлоры и вызывают патологический процесс только в стрессовых для рыб условиях. Однако некоторые бактериальные заболевания приводят к высокой смертности, что наносит существенный ущерб аквакультуре. Одна из них — бактериальная почечная болезнь (БПБ), возбудителем которой являются бактерии *Renibacterium salmoninarum*. Экономические потери от этого заболевания среди выращиваемых тихоокеанских лососей составляют до 80%, атлантического лосося — до 40% [Evenden et al., 1993].

БПБ широко распространена в Северной Америке, Европе, Японии и Чили, т.е. в регионах, где занимаются выращиванием лососей. В России возбудителя БПБ впервые обнаружили в 2016 г. у лососей в рыболовных хозяйствах Северо-Западного региона [Droshnev et al., 2019]. В 2021–2022 гг. в результате обследования радужной форели и атлантического лосося из 71 рыболовного хозяйства 16 регионов РФ и сопредельных стран, с которыми ведётся торговля рыбопосадочным материалом, возбудителя БПБ изолировали от рыб в Ленинградской области, Карелии и Северной Осетии-Алании [Алонцева и др., 2023]. БПБ включена в Перечень заразных заболеваний животных [Приказ Минсельхоза России № 62] и подлежит контролю на территории РФ, однако инструктивная документация по диагностике и организации мер борьбы до сих пор не разработана.

На Камчатке в течение ряда лет носительство бактерий *R. salmoninarum* пытались выявить у тихоокеанских лососей без признаков заболевания классическим бактериологическим методом на селективной среде (SKDM).

Бактериологический метод с последующей идентификацией наиболее достоверен, однако возбудитель очень требователен к условиям культивирования и медленно растёт. У бессимптомных носителей концентрация рени-бактерий во внутренних органах низкая, поэтому таким методом выявить их крайне сложно даже на специальной среде.

Только в 2018 г., при обследовании половозрелого кижуча, отобранного для искусственного воспроизводства на лососёвом рыболовном заводе (ЛРЗ), у одного из 30 экз. обнаружили характерные для БПБ поражения почки в виде гранулем молочного цвета (рис. 1А). В окрашенном по Граму отпечатке почки наблюдали множество мелких, грамположительных палочек (рис. 1Б). После длительной (21 день) инкубации посевов из почек на среде SKDM получили культуру бактерий. Впоследствии подтвердили её принадлежность к виду *R. salmoninarum* с помощью ПЦР [Sergeenko et al., 2020].

Возбудитель БПБ может передаваться как горизонтально через пищеварительный тракт, так и вертикально, локализуясь как снаружи, так и внутри икринки, поэтому риск инфицирования потомства достаточно высок. У молоди лососей БПБ может проявиться в острой форме с высокой смертностью часто без симптомов, либо с кровоизлияниями на коже, в мускулатуре и внутренних органах. Чаше болезнь развивается медленно, её признаками могут быть снижение темпа роста рыб и стабильная, но невысокая смертность. При попадании в организм взрослых особей возбудитель чаще вызывает хроническую инфекцию. При этом отмечают потемнение кожного покрова, анемию, асцит и экзофтальмию. При вскрытии рыб в почках, печени и селезёнке заметны очаги воспаления и гранулематозные поражения. Подобные признаки БПБ обнаружили у половозрелого кижуча на Камчатке в 2018 г. Очаги воспаления, развивающиеся в заднем отделе почек, визуально легче обнаружить, они могут достигать сантиметра и более в диаметре и проникать в мускулатуру, приводя к образованию пузырей под кожей.

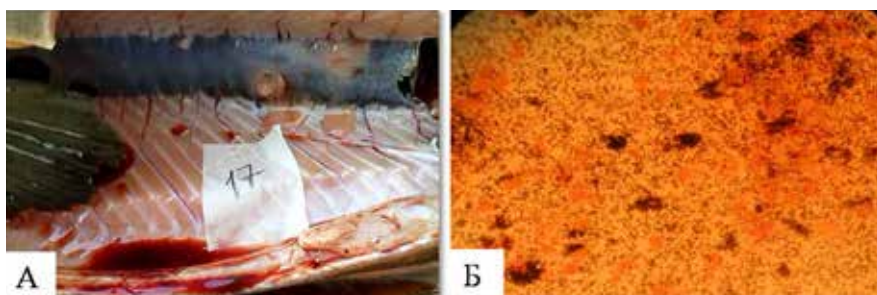


Рис. 1. Бактериальная почечная болезнь у кижуча:

А – гранулемы в почках; Б – грамположительные палочки в отпечатке почек

Таким образом, в популяции кижуча установили наличие возбудителя БПБ. В связи с этим возникла необходимость определения уровня распространённости этого опасного патогена с применением более быстрого, чем бактериологический, и достоверного метода для обнаружения бактерий *R. salmoninarum*, в первую очередь у лососей, которые используются для искусственного воспроизводства.

Целью работы стало внедрение молекулярно-генетического метода полимеразной цепной реакции (ПЦР) в бактериологические исследования для последующего проведения скрининга тихоокеанских лососей на носительство возбудителя БПБ.

Так как утверждённых инструкций по диагностике БПБ в России нет, то при разработке лабораторного протокола ПЦР за основу взяли руководства по борьбе с болезнями рыб из зарубежной литературы [AFS-FHS FHS blue book..., elec. res.]. В качестве образцов для исследований использовали фрагменты почек (переднего, среднего и заднего отделов) и овариальную жидкость от половозрелых кижуча и чавычи. Эти виды считаются наиболее восприимчивыми к БПБ среди тихоокеанских лососей (ссылка). Рыбы были отловлены для искусственного воспроизводства на двух камчатских ЛРЗ в 2022 и 2023 гг. Пробы почек от 5 рыб объединяли в 1 пул в стерильные пакеты, овариальную жидкость отбирали в пробирки. Все образцы до начала исследований хранили при  $-80^{\circ}\text{C}$ .

Подготовку образцов к экстракции ДНК проводили двумя способами. При первом образцы почек гомогенизировали, взвешивали, разводили 1:4 фосфатно-буферным раствором и центрифугировали. Супернатант удаляли, осадок ресуспендировали. Овариальную жидкость брали без предварительной обработки.

При втором способе образцы ткани почек или овариальной жидкости помещали в пробирки с буфером, содержащим лизоцим, инкубировали при  $37^{\circ}\text{C}$ , добавляли протеиназу К.

Экстрагировали ДНК из образцов коммерческими наборами «Проба-НК» и «Проба-НК Плюс», согласно инструкциям производителя. Полученные после экстракции пробы использовали для постановки двухраундовой «гнездовой» ПЦР.

Электрофорез, визуализацию продуктов амплификации проводили в 2% агарозном геле с добавлением бромистого этидия. Положительными считали пробы, дающие полосы на уровне 320 пар нуклеотидов после второго раунда ПЦР (рис. 2).

В процессе проведённых исследований положительные результаты по выявлению возбудителя бактериальной почечной болезни регистрировали в образцах овариальной жидкости у самок, а также в почках как у самок, так

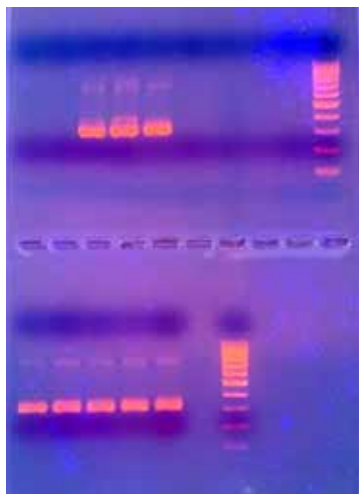


Рис. 2. Визуализация продуктов ПЦР в агарозном геле

и у самцов кижуча. У чавычи этого бактериального патогена не обнаружили. При этом результаты, полученные при разных способах экстракции проб, не различались.

Так как пробы от рыб объединяли в пулы, чтобы охватить большее количество особей, невозможно точно оценить распространённость бактерий *R. salmoninarum* в обследованной выборке кижуча: по результатам исследований она может варьировать в пределах от 16,5 до 82,5%. Для точного определения уровня носительства возбудителя БПБ необходимо провести индивидуальные исследования рыб. Это позволит понять уровень бактерионосительства в популяции кижуча и принять превентивные меры на лососёвых рыбоводных заводах для предотвращения развития опасного заболевания.

## Литература

Алонцева Д.А., Дрошнев А.Е., Завьялова Е.А. 2023. Эпизоотическая ситуация по бактериальной почечной болезни (БКД) // Аграр. наука. — № 12. — С. 46–52. DOI: 10.32634/0869-8155-2023-377-12-46-52.

Приказ Минсельхоза России от 9.03.2011 № 62 «Об утверждении Перечня заразных и иных болезней животных» (зарегистрирован в Минюсте России 1.06.2011 № 20921). — 4 с.

*AFS-FHS FHS blue book*: suggested procedures for the detection and identification of certain finfish and shellfish pathogens. [Electronic resource] — URL: <https://units.fisheries.org/fhs/fish-health-section-blue-book-2020> (дата обращения: 24.05.2023).

*Droshnev A.E., Bulina K.Y., Alontseva D.A., Belimenko V.V., Zavyalova E.A.* 2019. Microbiological monitoring of causative agents of infectious diseases of salmon in the Northwest region // IOP Conf. Ser.: Earth and Environ. Sci. — Vol. 315. — P. 072007. DOI: 10.1088/1755-1315/315/7/072007.

*Evenden A.J., Grayson T.H., Gilpin M.L., Munn C.B.* 1993. *Renibacterium salmoninarum* and bacterial kidney disease — the unfinished jigsaw // Ann. Rev. Fish Dis. — Vol. 3. — P. 87–104.

*Sergeenko N.V., Ustimenko E.A., Eliseikina M.G., Kuhlevskiy A.D., Bochkova E.V., Ryazanova T.V.* 2020. First report of bacterial kidney disease in coho salmon *Oncorhynchus kisutch* in Russia // J. Dis. Aquat. Org. — Vol. 140. — P. 31–36.

## ДОПОЛНЕНИЕ К СПИСКУ ЧУЖЕРОДНОЙ ФЛОРЫ г. ПЕТРОПАВЛОВСКА-КАМЧАТСКОГО

**О.А. Чернягина**

Камчатский филиал Тихоокеанского института географии (КФ ТИГ) ДВО РАН,  
Петропавловск-Камчатский

*Addendum to the list of alien flora of Petropavlovsk-Kamchatsky City*

**O.A. Chernyagina**

Kamchatka Branch of Pacific Geographical Institute (KB PGI) FEB RAS,  
Petropavlovsk-Kamchatsky

В 2016 г. при обобщении результатов полевых исследований, материалов гербарной коллекции КФ ТИГ ДВО РАН (КАМ) и литературных данных был составлен конспект адвентивной флоры г. Петропавловска-Камчатского [Девятова и др., 2016]. В городе было зарегистрировано 128 чужеродных видов, относящихся к 99 родам и 27 семействам. Было показано, что основную роль в формировании адвентивной фракции играет случайный занос. В последующие 8 лет на территории г. Петропавловска-Камчатского были выявлены новые чужеродные виды и высказано предположение, что источником заноса новых видов в город и прилегающие населённые пункты в последние годы служат газонные смеси европейского происхождения [Майоров, Чернягина, 2023].

В настоящем сообщении мы приводим список обнаруженных на территории г. Петропавловска-Камчатского новых для территории чужеродных видов с краткими комментариями. Виды *Bidens cernua*, *Bidens frondosa*, *Senecio dubitabilis*, *Medicago lupulina*, *Vicia sepium*, *Epilobium pseudorubescens*, *Scrophularia nodosa* приводятся для флоры Камчатского края впервые (все наблюдения задокументированы на платформе iNaturalist и размещены в GBIF).

Семейства в списке приведены в алфавитной последовательности латинских названий. Названия растений приняты по сводке «Сосудистые растения советского Дальнего Востока» [1985–1996] с учётом дополнений и изменений, принятых в ряде таксономических и флористических работ последних лет.

По способу заноса виды разделены на ксенофиты (были занесены непреднамеренно) и эргазиофиты (культивируются на исследуемой территории и распространяются на антропогенные и естественные местообитания).

Представлены результаты собственных наблюдений (гербарные образцы хранятся в гербарии КФ ТИГ ДВО РАН) и наблюдения на платформе iNaturalist (проект «Флора Камчатки»), авторы указаны в тексте, ссылки на наблюдения — в списке литературы.

### Дополнение к списку чужеродных видов на территории г. Петропавловска-Камчатского

#### **Boraginaceae — Бурачниковые**

*Echium vulgare* L. — синяк обыкновенный. Ксенофит. В городе отмечено несколько местонахождений, все они связаны с газонами.

#### **Campanulaceae — Колокольчиковые**

*Campanula persicifolia* L. — колокольчик персиколистный. Единственное местонахождение, на косимом газоне у краевого суда в центре Петропавловска-Камчатского.

#### **Compositae — Сложноцветные**

*Artemisia sieversiana* Willd. — полынь Сиверса. Ксенофит. Единственный раз было найдено на свежесформированных газонах у стадиона «Спартак».

*Artemisia vulgaris* L. — полынь обыкновенная. В Петропавловске-Камчатском отмечены единичные местообитания. Полынные сообщества в городе сформированы нативным видом, полынью пышной — *Artemisia vulgaris* var. *kamchatika* Bess. А *Artemisia vulgaris* L. — обычный вид синантропных сообществ в районах Центральной Камчатки (Быстринский, Мильковский, Усть-Камчатский).

*Bidens cernua* L. — череда поникшая. Ксенофит. Приводится по наблюдению Б.В. Большакова с берега оз. Лагерного [Череда поникшая, 2020].

*Bidens frondosa* L. — череда облиственная. Ксенофит. Известно единственное местонахождение на ул. Ключевской, по наблюдениям Б.В. Большакова [Череда облиственная, 2021]. Поиски в последующие годы не дали результатов. Инвазионный вид.

*Bidens radiata* Thuill. — череда лучистая. Ксенофит. В Петропавловске-Камчатском зарегистрировано несколько находок. Массово встречается на чеках городских очистных сооружений на м. Чавыча.

*Calendula officinalis* L. — календула лекарственная. Эргазиофит. Широко культивируется как декоративная культура. Встречается в трещинах асфальта, бетонных лестниц и подпорных стенок.

*Carduus crispus* L. — чертополох курчавый. Ксенофит. В последние годы отмечено активное распространение этого вида в южных и центральных районах полуострова Камчатка. В Петропавловске-Камчатском обычен на территории очистных сооружений на м. Чавыча.

*Centaurea montana* L. (*Cyanus montanus* (L.) Hill) — василёк горный. Эргазиофит. Широко культивируется как декоративная культура. Встречается у цоколей многоэтажных домов и на заброшенных газонах. Довольно часто.

*Cichorium intybus* L. — цикорий обыкновенный. Ксенофит. Отмечен на недавно засеянных газонах у стадиона «Спартак» и на ул. Топоркова. Редко, единично. Цветёт в августе-сентябре, семена не вызревают.

*Senecio dubitabilis* C. Jeffrey & Y.L. Chen — крестовник сомнительный. Ксенофит. Известны два местообитания, в районе краевой библиотеки и на ул. Берёзовая. Популяции малочисленны, приурочены к трещинам в асфальте на тротуарах у бордюрных камней.

### **Fabaceae — Бобовые**

*Medicago lupulina* L. — люцерна хмелевидная. Ксенофит. Известно единственное местообитание на сеяном газоне у стадиона «Спартак». В 2024 г. растения обильно цвели, плоды завязались.

*Vicia sepium* L. — горошек заборный. Ксенофит. Известно единственное местонахождение по наблюдениям Т. Примак (Горошек заборный, 2019).

### **Geraniaceae — Гераниевые**

*Erodium cicutarium* (L.) L'Hér. — аистник цикutowый. Ксенофит. Встречается на газонах. Не часто. Единично.

### **Onagraceae — Кипрейные**

*Epilobium pseudorubescens* A.K. Skvortsov — кипрей ложнокраснеющий. Ксенофит. Отмечено несколько локальных популяций в центре города.

### **Rapaveraceae — Маковые**

*Chelidonium majus* L. — чистотел большой. Эргазиофит. У цоколей домов и у заборов. Довольно часто.

### **Plantaginaceae — Подорожниковые**

*Plantago lanceolata* L. — подорожник ланцетный. Ксенофит. Известно единственное местообитание на сеяном газоне у стадиона «Спартак».

### **Poaceae — Злаковые**

*Lolium arundinaceum* (Schreb.) Darbysh. (*Festuca arundinacea* Schreb.) — овсяница тростниковидная. Эргазиофит. Входит в состав газонных смесей. Успешно заселяет пустыри в центре города. Достигает высоты 150–180 см, цветёт и обильно плодоносит.

### **Polygonaceae — Гречишные**

*Aconogonon divaricatum* (L.) Nakai ex Mori — таран растопыренный. Ксенофит. Встречается по обочинам дорог в районе Халактырского пляжа и посёлка Заозёрный.

### **Rosaceae — Розовые**

*Fragaria × ananassa* (Weston) Duchesne ex Rozier — земляника ананасная. Эргазиофит. В списке 2016 г. вид ошибочно приведён под названием *Fragaria magna* Thuill.



*Potentilla argentea* L. — лапчатка серебристая. Ксенофит. Изредка встречается на газонах.

*Potentilla canescens* Besser — лапчатка седоватая. Ксенофит. Встречена единожды на газоне в районе пр. Карла Маркса.

### **Scrophulariaceae — Норичниковые**

*Rhinanthus serotinus* (Schonh.) Oborny — погребок поздний. Обычный вид на пустырях в городе. Обильно цветёт, в период цветения создаёт аспект.

*Scrophularia nodosa* L. — норичник шишковатый. Приводится по наблюдению Б. В. Большакова из района «Силуэт» [Норичник шишковатый, 2022].

Примечательно, что в последние годы всё чаще встречаются виды, относимые к категории «эфемерофиты» (наблюдаются в местах заноса до двух лет, не размножаются). Это и уже известный во флоре города *Helianthus annuus* L. (подсолнечник однолетний), и *Lycopersicon esculentum* Mill. (томат съедобный), этот вид в конце лета цветёт и даже плодоносит на местах пикников. А у труб продуктопровода городских очистных сооружений на м. Чавыча вырос такой экзот как *Actinidia chinensis* Planch. (актинидия китайская), причём растение перезимовало и на второй год достигало высоты около 150 см.

С планируемым увеличением туристического потока и при сохранении тенденций смягчения погодных условий, занос новых видов в г. Петропавловск-Камчатский и другие населённые пункты Камчатского края будет увеличиваться, в том числе возможен занос инвазионных видов. Необходимо продолжать мониторинг этих процессов и своевременно реагировать на возникающие угрозы.

## **Литература**

Горошек заборный. 2019. [Электронный ресурс] — URL: <https://www.inaturalist.org/observations/29158592> (дата обращения: 1.09.2024).

Девятова Е. А., Чернягина О. А., Абрамова Л. М. 2015. Адвентивная фракция флоры г. Петропавловска-Камчатского // Изв. Уфимского науч. центра РАН. — № 3. — С. 43–48.

Майоров С. П., Чернягина О. А. 2023. К чужеродной флоре Камчатского края // Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей: Мат-лы XXIV Междунар. науч. конф. — Петропавловск-Камч.: Камчатпресс. — С. 142–145.

Норичник шишковатый. 2022. [Электронный ресурс] — URL: <https://www.inaturalist.org/observations/133139302> (дата обращения: 1.09.2024).

Сосудистые растения советского Дальнего Востока. 1985–1996. — СПб.: Наука. Т. 1–8.

Черда поникшая. 2020. [Электронный ресурс] — URL: <https://www.inaturalist.org/observations/56824514> (дата обращения: 1.09.2024).

Черда облиственная. 2021. [Электронный ресурс] — URL: <https://www.inaturalist.org/observations/94889964> (дата обращения: 1.09.2024).

**ОСОБЕННОСТИ СОХРАНЕНИЯ  
БИОРАЗНООБРАЗИЯ  
МОРСКИХ ПРИБРЕЖНЫХ ЭКОСИСТЕМ  
КАМЧАТКИ**

**РАСПРЕДЕЛЕНИЕ *ECHINARACHNIUS PARMA* (LAMARK, 1816)  
И *STRONGYLOCENTROTUS PALLIDUS* (SARS G.O., 1872)  
ПО ГЛУБИНАМ И ГРУППАМ ГРУНТА НА УЧАСТКЕ  
ЗАПАДНОКАМЧАТСКОГО ШЕЛЬФА В 2013–2016 гг.**

**Е. А. Архипова**

Камчатский филиал Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства  
и океанографии (КамчатНИРО), Петропавловск-Камчатский  
Камчатский филиал Тихоокеанского института географии (КФ ТИГ) ДВО РАН,  
Петропавловск-Камчатский

*Distribution of Echinarachnius parma (Lamarck, 1816)  
and Strongylocentrotus pallidus (Sars G. O., 1872) by depth and groups of soil  
in the Western Kamchatka shelf area in 2013–2016*

**Е. А. Arkhipova**

Kamchatka Branch of Russian Federal Research Institute of Fisheries  
and Oceanography (KamchatNIRO), Petropavlovsk-Kamchatsky  
Kamchatka Branch of Pacific Geographical Institute (KB PGI) FEB RAS,  
Petropavlovsk-Kamchatsky

Понятие «биоценоз» (сообщество) предполагает взаимосвязь между организмами и неживой средой, существование этой связи обычно трудно доказать, поэтому многие авторы предпочитают говорить о «группировках» или «комплексах» бентоса [Зенкевич, 1963]. В ранних исследованиях многие авторы основное внимание уделяли анализу количественных характеристик бентоса западнокамчатского шельфа в целом, но в качестве доминирующей группы выделяли иглокожих [Гордеева, 1948; Нейман, 1969; Надточий и др., 2007]. Связь распределения донных беспозвоночных с грунтом отмечена рядом авторов [Нейман, 1969; Надточий и др., 2007]. Одним из факторов, определяющих условия существования вида и ограничения его ареала, является характер донных отложений.

Провинции шельфа Охотского моря (Пенжинский залив — Пришантарье, возможно, п-ов Шмидта, Западная Камчатка — Сахалинский залив, возможно, Восточный Сахалин, Курильская гряда — Охотско-Чукотский пояс) обладают сходными особенностями гранулометрического состава [Радкевич, 1977]. На западнокамчатском шельфе имеется чёткая смена песчаных и песчано-глинистых отложений глинистыми [Здобин, 2019].

На шельфе Сахалина сообщество *Echinarachnius parma* занимает обширные участки дна на песках с примесью ила; на участке западнокамчатского шельфа — на илисто-песчаных грунтах [Бекова, 2006; Белан и др., 2015; Архипова, 2022; Лабай и др., 2023].

Морские ежи *Strongylocentrotus pallidus* шельфа Восточного Сахалина доминируют на галечно-песчаных грунтах, Восточной Камчатки — на твёрдых субстратах с различной степенью заиленности [Бажин и др., 1990; Бекова, 2006; Дубровский, 2006; Бажин, Степанов, 2012; Лабай и др., 2023].

Цель настоящего исследования — анализ распределения *Echinarachnius parma* и *Strongylocentrotus pallidus* по глубине и фракциям грунта на участке западнокамчатского шельфа в 2013–2016 гг.

Количественный сбор зообентоса выполнен на участке западнокамчатского шельфа в 2013–2016 г. во время рейсов на научно-исследовательских судах НИС «Профессор Пробатов», НИС «ТИНРО» и НИС «Профессор Кизеветтер». Количество дночерпательных станций (28) оставались постоянными на протяжении всего периода исследований (интервал глубин 11–565 м) (рис. 1). Пробы бентоса собраны дночерпателем «Океан-50» с площадью раскрытия 0,25 м<sup>2</sup> по стандартной методике А.А. Нейман [1963]. На каждой станции отбор проб производился в трехкратной повторности

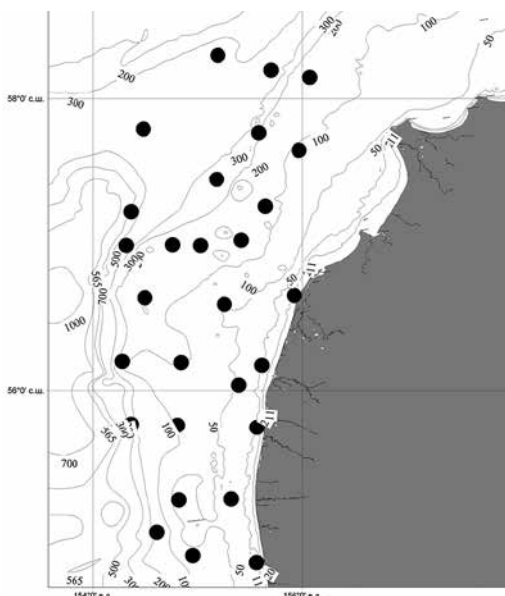


Рис. 1. Карта-схема станций, выполненных на участке западнокамчатского шельфа в 2013–2016 гг.

с параллельной визуальной оценкой и описанием грунтов. Выполнено 112 станций, где объём материала представителей класса Echinoidea составил 1350 особи (табл. 1). Взвешивание животных проводили с точностью до 1 мг с дальнейшим пересчётом на 1 м<sup>2</sup>.

В работе использованы архивные материалы Камчатского института экологии и природопользования ДВО РАН (1985–1988 гг.) и Камчатского филиала Тихоокеанского института географии ДВО РАН (2000 г.).

Таблица 1. Объём материала (экз.) Echinoidea, использованного при работе на участке западнокамчатского шельфа в 2013–2016 гг.

Класс	Год исследования				Итого
	2013	2014	2015	2016	
	Объём материала, экз.				
<i>Echinarachnius parma</i>	310	100	81	133	624
<i>Strongylocentrotus pallidus</i>	202	176	211	137	726
Итого	512	276	292	270	1350

Деление грунта по группам (фракциям) проводили в соответствии с ГОСТ 25100-2020 и по А.С. Астахов [1986]. В категорию «Песок» мы объединили песок, крупный песок; «Ил» — ил, чёрный ил, серый ил; «Камни» — природные камни разной крупности; «Галька» — галька, мелкая галька; «Гравий» — гравий; в «Лом моллюсков» — лом моллюсков. Для каждой станции отмечали грунт с дальнейшей их сортировкой по биотопическому принципу (глубина обитания морских ежей). Нами выделены интервалы глубин: 11–50 м; 50–100 м; 100–150 м; 150–<200 м. Для каждого интервала глубин частоту встречаемости фракций грунта рассчитывали, как отношение числа станций (n), где они были обнаружены, к общему числу (28) станций, выраженное в процентах.

На участке западнокамчатского шельфа 2013–2016 гг. по частоте встречаемости преобладали песчаные грунты (табл. 2). А. А. Нейман [1963] отмечала, что почти на всём протяжении шельфа хорошо выражена зона песков. В пределах североохотоморского шельфа выделяются практически все основные типы дисперсных грунтов, причём наиболее распространёнными грунтами являются пески [Здобин, 2017; 2019].

Наибольшая средняя плотность поселения (экз./м<sup>2</sup>) *E. parma* отмечена в пределах глубин 50–100 м на илисто-песчаных грунтах (табл. 2). Распределение средней плотности поселения плоских морских ежей по глубине и типу грунта подтвердило результаты работ, полученных ранее при анализе локаций *E. parma* с высокими средними биомассами (г/м<sup>2</sup>) [Архипова, 2022]. На гравийных грунтах или с примесью лома моллюсков *E. parma*

Таблица 2. Частота встречаемости (%) фракций грунта, средняя плотность поселения (экз./м<sup>2</sup>) *Echinagarchnius ragma* и *Strongylocentrotus pallidus* на участке западнокамчатского шельфа в 2013 – 2016 гг.

Год исследования	Глубина, м	Фракции грунта						Таксон			
		Илистый песок	Песок	Ил	Камни	Галька	Гравий	Лом моллюсков	<i>Echinagarchnius ragma</i>	<i>Strongylocentrotus pallidus</i>	
		Частота встречаемости, %						Средняя плотность поселения, экз./м <sup>2</sup>			
2013	11–50	0,0	14,3	10,7	0,0	7,1	0,0	0,0	10,7	4,0	7,6
	50–100	0,0	7,1	17,9	3,6	3,6	0,0	0,0	3,6	33,6	7,1
	100–150	3,6	3,6	10,7	3,6	10,7	3,6	0,0	0,0	30,1	34,4
	150–<200	14,3	14,3	21,4	14,3	17,9	3,6	0,0	0,0	2,7	1,9
2014	16–50	3,6	14,3	0,0	7,1	0,0	0,0	0,0	3,6	2,4	0,0
	50–100	10,7	7,1	7,1	7,1	3,6	0,0	0,0	0,0	15,4	7,0
	100–150	0,0	14,3	14,3	10,7	3,6	0,0	0,0	0,0	2,9	31,5
	150–<200	17,9	10,7	3,6	10,7	10,7	0,0	0,0	0,0	0,1	2,8
2015	18–50	0,0	7,1	3,6	3,6	7,1	0,0	0,0	0,0	2,4	2,7
	50–100	3,6	7,1	0,0	0,0	7,1	0,0	0,0	0,0	24,9	3,6
	100–150	3,6	10,7	14,3	7,1	14,3	7,1	7,1	0,0	1,8	27,1
	150–<200	14,3	17,9	7,1	14,3	10,7	7,1	0,0	0,0	0,5	1,2
2016	16–50	3,6	3,6	3,6	3,6	14,3	0,0	0,0	0,0	12,3	0,0
	50–100	7,1	3,6	3,6	0,0	3,6	0,0	0,0	0,0	24,4	0,0
	100–150	0,0	17,9	10,7	10,7	17,9	3,6	3,6	3,6	4,0	21,7
	150–<200	10,7	14,3	25,0	10,7	21,4	0,0	0,0	0,0	0,8	0,8

не зарегистрирован. Большинство авторов отмечали массовое скопление плоского ежа *E. parma* на заиленном разнородном песке, глубины обитания варьируют в зависимости от района исследования [Бекова, 2006; Белан и др., 2014, 2015; Лабай и др., 2015, 2023].

На шельфе Западной Камчатки *S. pallidus* встречается на глубине 100–150 м с преимущественным положением на песчано-илистом грунте с примесью гальки и камней (табл. 2). На гравийных грунтах или с примесью лома моллюсков бледный морской ёж встречен единично. По мнению А.Г. Бажина и В.Г. Степанова [2012], *S. pallidus* на чистых илистых грунтах отмечается крайне редко. В акваториях Охотского моря *S. pallidus* обитает на донных отложениях грунта с твёрдыми фракциями на глубинах, не превышающих 150 м [Бекова, 2006; Дубровский, 2006; Бажин, Степанов, 2012; Надточий, Колпаков 2022; Лабай и др., 2023]. Исследования, проведённые в 1985–1988 и 2000 гг. с участием автора, показали, что на шельфе Восточной Камчатки бледный морской ёж обитает повсеместно на скальном, каменистом, галечном и смешанном грунтах с различной степенью заиленности [Бажин и др., 1990].

Заключение: на участке западнокамчатского шельфа в 2013–2016 гг. *E. parma* распространён преимущественно на глубинах 50–100 м на илисто-песчаном грунте, *S. pallidus* — на глубинах 100–150 м на смешанном грунте с преобладанием илистых отложений. Плоские морские ежи на грунтах гравийных или с примесью лома моллюсков, не зарегистрированы, палевые — встречены единично.

Автор выражает благодарность всем сотрудникам КамчатНИРО, кто собирал материал для этой работы, а также отдельное спасибо сотрудникам лаборатории гидробиологии, принимавшим участие в разборе проб.

## Литература

- Архипова Е.А. 2022. Биомасса Ophiuroidea и *Echinarachnius parma* на участке западнокамчатского шельфа в 2013–2017 гг. // Исслед. вод. биол. ресурсов Камчатки и сев.-зап. части Тихого океана. — Вып. 67. — С. 61–68. DOI: 10.15853/2072-8212.2022.67.61-68
- Астахов А.С. 1986. Позднечетвертичное осадконакопление на шельфе Охотского моря. — Владивосток: ДВНЦ АН СССР. — 140 с.
- Бажин А.Г., Степанов В.Г. 2012. Морские ежи семейства Strongylocentrotidae морей России. — Петропавловск-Камч.: КамчатНИРО. — 196 с.; 6 л. цв. ил.
- Бажин А.Г., Оиурков В.В., Архипова Е.А. 1990. Правильные морские ежи шельфа Восточной Камчатки: экология и обилие // Современные пробл. промысл. океанологии: Тез. докл. 8 Всесоюз. конф. по промысл. океанологии (Ленинград, 15–19 окт. 1990 г.). — Л.: ЛПИ. — С. 38–39.

Бекова Н. В. 2006. Состав и распределение иглокожих (Echinodermata) на шельфе Восточного Сахалина // Изв. ТИНРО. — Т. 144. — С. 122–139.

Белан Л. С., Белан Т. А., Мощенко А. В. 2014. Сообщества макрозообентоса в районе трассы морского трубопровода Лунского месторождения (шельф Северо-Восточного Сахалина) и их многолетняя изменчивость // Изв. ТИНРО. — Т. 176. — С. 177–189.

Белан Л. С., Белан Т. А., Мощенко А. В. 2015. Сообщества макрозообентоса в районе трассы морского трубопровода Пильтун-Астохского месторождения (шельф Северо-Восточного Сахалина) и их многолетняя изменчивость // Изв. ТИНРО. — Т. 180. — С. 248–260.

Гордеева К. Г. 1948. Материалы по количественному изучению зообентоса Западно-Камчатского шельфа // Изв. ТИНРО. — Т. 26. — С. 131–198.

ГОСТ 25100–2020. Грунты. Классификация. — URL: <https://files.stroyinf.ru/Data/738/73839.pdf>

Дубровский С. В. 2006. Распределение, ресурсы и некоторые черты биологии морского ежа *Strongylocentrotus pallidus* по результатам траловой съёмки в Южно-Курильском районе // Тр. СахНИРО. — Т. 8. — С. 138–145.

Здобин Д. Ю. 2017. Морские органо-минеральные грунты. Условия образования, состав, строение, физико-химические свойства: Дисс. ... д-ра г.-м. наук. — СПб. — 584 с.

Здобин Д. Ю. 2019. Морские органо-минеральные грунты. Состав, строение, физико-химические свойства, условия образования. Гл. 2. Охотское море // Грунтоведение. — № 2 (13). — СПб.: Изд-во «Центр генетического грунтоведения». — С. 3–32.

Зенкевич Л. А. 1963. Биология морей СССР. — М.: АН СССР. — 740 с.

Лабай В. С., Штилько Т. С., Троицкая Н. В. 2015. Сообщества макрозообентоса в районе трассы морского трубопровода Пильтун-Астохского месторождения (шельф Северо-Восточного Сахалина) и их многолетняя изменчивость // Тр. СахНИРО. — Т. 18. — Ч. I. — С. 248–260.

Лабай В. С., Штилько Т. С., Троицкая Н. В. 2023. Характеристика дочерпательного макрозообентоса восточной части Татарского пролива (Японское море) в современный период: донные сообщества // Тр. СахНИРО. — Т. 19. — Ч. I. — С. 234–246.

Нейман А. А. 1963. Рекомендации по исследованию бентоса шельфов. — М.: ВНИРО. — 24 с.

Нейман А. А. 1969. Бентос западнокамчатского шельфа // Тр. ВНИРО. — Т. 65. — С. 223–233.

Надточий В. А., Будникова Л. Л., Безруков Р. Г. 2007. Некоторые результаты бонитировки бентоса в российских водах дальневосточных морей: состав и количественное распределение (Охотское море) // Изв. ТИНРО. — Т. 149. — С. 310–337.

Надточий В. А., Колпаков Н. В. 2022. Макрозообентос Олюторского залива (Берингово море) четверть века спустя: состав, распределение, сообщества // Изв. ТИНРО. — Т. 202. — № 1. — С. 161–171. DOI: 10.26428/1606-9919-2022-202-161-171

Радкевич Р. О. 1977. Гранулометрические типы осадков и провинции мелководного шельфа Охотского моря // Мор. геология и геологическое строение областей питания (Японское и Охотское моря). — Владивосток: Ред.-изд. отд. ДВНЦ АН СССР. — С. 96–104.



## ВСТРЕЧИ МОРСКИХ МЛЕКОПИТАЮЩИХ В ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫХ МОРЯХ РОССИИ В ЛЕТНИЙ ПЕРИОД 2002–2004 гг.

**А.М. Бурдин**

Камчатский филиал Тихоокеанского института географии (КФ ТИГ) ДВО РАН,  
Петропавловск-Камчатский

*Encounters of marine mammals in the Russia Far Eastern seas  
in summer period of 2002–2004*

**A.M. Burdin**

Kamchatka Branch of Pacific Geographical Institute (KB PGI) FEB RAS,  
Petropavlovsk-Kamchatsky

**Введение.** В океанских экосистемах ежегодно происходят значительные изменения, связанные в основном с изменениями климата и океанографической обстановки. Под влиянием этих факторов происходит перераспределение первичной продуктивности океанских экосистем, в свою очередь оказывая влияние на распределение планктона и рыбных ресурсов. Соответственно, наблюдаются и ежегодные различия в распределении и численности большинства видов морских млекопитающих, связанные с обилием и доступностью кормовых ресурсов.

Ретроспективные данные о встречах и распределении морских млекопитающих в океанских экосистемах представляют значительный интерес для оценки изменений численности и распределения видов, особенно китообразных, приходящих в высокие широты для нагула. Изучение распределения китообразных имеет и другой важный аспект — выделение критических районов местообитаний китообразных с целью организации их охраны [Шулежко и др., 2018; Filatova et al., 2022].

В настоящей работе приводятся неопубликованные данные о встречах морских млекопитающих во время научных рейсов КФ ТИГ ДВО РАН в рамках выполнения различных международных проектов по изучению китообразных в ДВ морях России в 2002–2004 гг. (рис. 1).

**Материал и методика.** В общей сложности за время трёх судовых рейсов 2002–2004 гг. было пройдено около 7700 морских миль. Данные об усилиях по изучению морских млекопитающих в 2002–2004 гг. приведены в таблице 1.

**Район работ.** Все судовые рейсы проводились в территориальной 12-мильной зоне Российской Федерации. В 2002–2004 гг. работы охватили

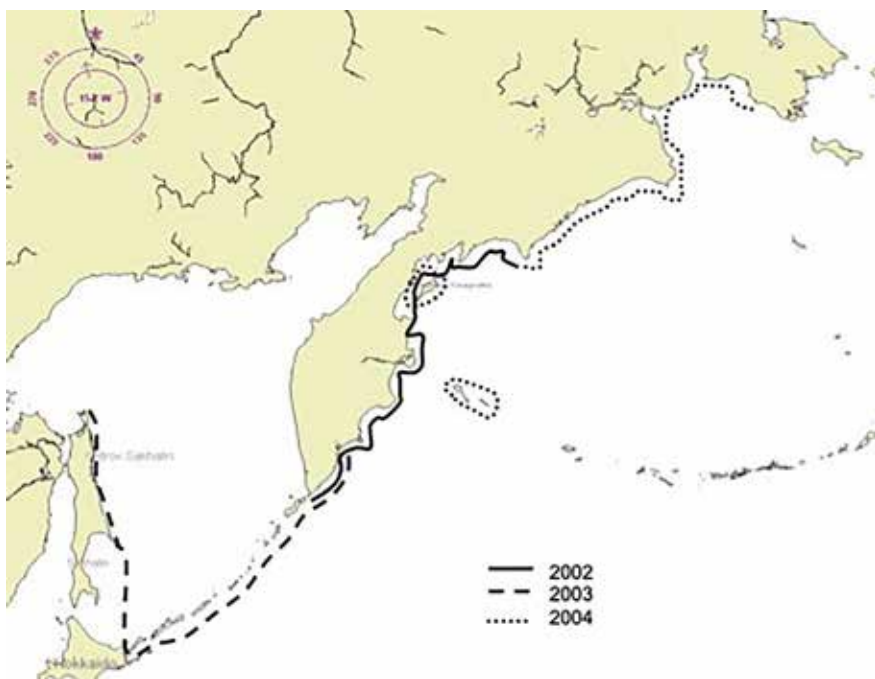


Рис. 1. Карта рейсов по учётам морских млекопитающих в дальневосточных морях России в 2002–2004 гг.

Таблица 1. Работы по изучению морских млекопитающих в дальневосточных морях России (2002–2004 гг.)

Дата и район работ	Продолжительность рейса / число рабочих дней (on efforts)*
17.07–5.08 2002 Восточная Камчатка (м. Олюторский – м. Лопатка)	20 / 13*
18.07–16.08. 2003 Юго-Восточная Камчатка, Курильские острова, Восточный Сахалин	30 / 9*
15.07–21.08. 2004 Северо-Восточная Камчатка, Чукотка, Командорские острова	37 / 25*

\* on efforts – число дней, когда погодные условия позволяли осуществлять наблюдения и работать с лодки.

район от Анадырского залива до южных островов Курильской гряды, Командорские острова и восточное побережье о. Сахалин.

Во всех рейсах был использован дизайн съёмки, смоделированный по образцу Национальной лаборатории морских млекопитающих, Сиэтл, Вашингтон (NMML), который они использовали в своём исследовании китообразных на Аляске на Алеутских островах с 2001 г. Основной приоритет работ — оценка численности китообразных в прибрежных водах. Из-за некоторых ограничений и проблем с логистикой (работа проводилась только в российских территориальных водах), чаще всего учётные разрезы проводили в пределах зоны в 10 морских миль (nm). Несколько раз в соответствии с локальными условиями мы уменьшали ширину разреза до 5 nm, как это было, например, у восточного побережья о. Медный (Командорские острова), где 1000 м изобата проходила очень близко к берегу. Был выбран зигзагообразный дизайн трансекты внутри прямоугольника, где морская граница прямоугольника была направлена параллельно главной оси береговой линии [Dahlheim et al., 2001].

Все рейсы были начаты из Петропавловска-Камчатского и завершены там же, а общая продолжительность морских рейсов составила 84 дня, из которых 47 дней были рабочими и 37 дней работе препятствовали погодные условия.

Работы проводили на СТ «Авачинский» (2003), «Козельский» и «Шипунский» (2004), оборудованных для промысла крабов. Длина судов составляла 56 м и имела верхнюю смотровую площадку (открытый мостик) с высотой над водой 9 м. В 2003 г. мы использовали аналогичный по длине корабль MRTK «Всеволод Тимонов», но высота мостика, с которого велись наблюдения у этого судна была меньше на 1 м. Наблюдения проводили двумя группами по три наблюдателя (один с левого борта, один с правого борта и один регистратор), которые менялись через каждые 2 часа.

После обнаружения китообразных на воду спускалась лодка Zodiac Futura с четырёхтактным двигателем Yamaha 40. Проводилось фотографирование животных, по возможности взятие биопсии и акустические исследования.

**Результаты.** Количество встреч морских млекопитающих существенно варьировало в зависимости от даты и района проведения работ. Наиболее многочисленны китообразные в районе Командорских островов, здесь встречено 313 китообразных 7 видов, в основном косатки, горбатые киты и северный плавун (табл. 2, 3). Как показали наши исследования, наибольшая концентрация разнообразных видов китообразных сосредоточена в прибрежных водах, на материковом склоне, на глубинах до 200–400 м. На изобатах более 500 м наблюдались только глубоководные виды, такие как кашалот и северный плавун. В открытом море, на глубине более 1000 м, мы практически не встретили ни одного вида китообразных.

Таблица 2. Встречи китообразных во время научно-исследовательских рейсов 2002–2004 гг. в дальневосточных морях России

Вид	2002	2003	2004
Кашалот ( <i>Physeter catodon</i> )	1	15	11
Горбач ( <i>Megaptera novaeangliae</i> )	12	0	96
Финвал ( <i>Balaenoptera physalus</i> )	2	0	9
Малый полосатик ( <i>Balaenoptera acutorostrata</i> )	17	46	30
Японский кит ( <i>Eubalaena japonica</i> )	0	2	0
Серый кит ( <i>Eschrichtius robustus</i> )	7	4	76
Неопознанный кит	12	4	21
Косатка ( <i>Orcinus orca</i> )	252	163	328
Тихоокеанский белобокий дельфин	0	336	0
Белокрылая морская свинья ( <i>Phocoenoides dalli</i> )	135	668	416
Обыкновенная морская свинья ( <i>Phocoena phocoena</i> )	13	43	18
Белуха ( <i>Delphinapterus leucas</i> )	0	0	91
Неопознанная морская свинья	11	12	0

Таблица 3. Встречи морских млекопитающих во время учётных работ в акватории Командорских островов, 13–19.08.2004

Вид	Встречено особей	Число встреч	Средний состав групп
Горбач	41	22	1,9
Малый полосатик	14	14	1,0
Кашалот	11	10	1,1
Северный плавун ( <i>Berardius bairdii</i> )	44	6	7,3
Косатка	112	10	11,2
Белокрылая морская свинья	77	18	4,3
Обыкновенная морская свинья	1	1	1,0
Кит, вид не определён	13	9	1,4
Северный морской котик	86	64	1,3
Антур ( <i>Phoca vitulina</i> )	1	1	1,0
Калан	7	7	1,0

Косатки были самым многочисленным видом китообразных, встреченных за три полевых сезона, — в общей сложности обнаружена 51 группа косаток. Общее время, которое мы тратили на работу с группами косаток, варьирует от 30 минут до 3,5 часов в зависимости от погодных условий, численности групп косаток и их поведения. Во время рейса 2002 г. были собраны как черно-белые фотографии, так и цифровые, а в 2003–2004 гг. были собраны только цифровые фотографии. Для предварительной оценки экотипа косаток использовали форму спинного плавника, форму седловидного пятна, учитывали размер группы и поведение животных. Лишь шесть из 51 групп косаток, встреченных за три полевых сезона, изначально были отнесены к транзитному (плотоядному) экотипу. Состав групп плотоядных косаток варьировал от 1 до 9. Остальные группы косаток (39 групп, 700 китов) были отнесены к резидентному экотипу на основании численности групп, внешней морфологии, цвета и формы седловидного пятна. Ещё у двух групп экотип не установлен. Было собрано 36 образцов кожи методом биопсии от 26 различных групп косаток.

Кроме косаток были встречены горбачи, финвалы, малые полосатики, серые киты, кашалоты, северный плавун, тихоокеанские белобокие дельфины, белокрылая морская свинья и обыкновенная морская свинья. Некоторые крупные китообразные и морские свиньи не были идентифицированы по разным причинам.

Вторым по численности видом китообразных, среди встреченных во время рейсов, был горбатый кит. Наибольшее количество китов этого вида встречено во время рейса 2004 г. Всего для идентификации было сфотографировано 45 горбачей (как у Камчатки, Чукотки, так и у Командорских островов) и взято 30 образцов их кожи.

Данные по встречам ластоногих приведены в таблице 4. За время наших рейсов встречены четыре вида ластоногих: тихоокеанский морж, сивуч, северный морской котик, ларга, а также калан.

Таблица 4. Встречи ластоногих и калана во время рейса 2004 г.

Вид	Встречено особей	Число встреч	Средний размер групп
Морж ( <i>Odobenus rosmarus</i> )	125	44	2,8
Сивуч ( <i>Eumetopias jubatus</i> )	1	1	1,0
Северный морской котик ( <i>Callorhinus ursinus</i> )	104	81	1,3
Ларга ( <i>Phoca largha</i> )	45	26	1,7
<i>Phoca</i> sp.	42	29	1,4
Калан ( <i>Enhydra lutris</i> )	10	10	1,0

**Заключение.** Таким образом, собранные данные характеризуют летний аспект распределения китообразных в дальневосточных морях России.

Косатки были встречены практически во всех районах работ, являлись доминирующим видом, с преобладанием резидентного (рыбоядного) экотипа.

Распределение крупных китообразных было предсказуемым, поскольку северные районы являются основными местами нагула. Горбатые киты встречались у восточного побережья Камчатки и Чукотки, причём численность этого вида увеличивалась с юга на север, где основными кормовыми районами являются о. Карагинский, Командорские острова и Анадырский залив. Кашалоты встречались у Курильских и Командорских островов, в районе глубоководных желобов, там же отмечались и северные плавуны. Единственная встреча японских китов произошла в Охотском море, между восточным побережьем Сахалина и Курильскими островами.

Серые киты были встречены в основном у корякского побережья и у Чукотки. Что касается мелких китообразных, то их распределение также предсказуемо, и основная масса белокрылых морских свиней встречена в Охотском море, а тихоокеанский белобокий дельфин в районе южных Курил, на границе основного ареала.

## Литература

Шулежко Т. С., Белонович О. А., Бурканов В. Н. 2018. Тихоокеанские воды Камчатки, как критические местообитания синего кита *Balaenoptera musculus* // Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей: Мат-лы XX Междунар. науч. конф. (Петропавловск-Камч., 14–15 нояб. 2018 г.). — Петропавловск-Камч.: Камчат-пресс. — С. 274–277.

Filatova O. A., Hoyt E., Burdin A. M., Burkanov V. N., Fedutin I. D., Ovsyanikova E. N., Titova O. V., Shpak O. V., Shulezhko T. S. 2022. Important areas for cetaceans in Russian Far East waters // Aquatic Conserv: Mar. Freshw. Ecosyst. — Vol. 32. — Iss. 4. — April 2022. — P. 687–701.

## УРОЖАЙНОСТЬ ПОКОЛЕНИЙ ВОСТОЧНОКАМЧАТСКОГО МИНТАЯ И НЕКОТОРЫЕ ПРИЧИНЫ, ЕЁ ОБУСЛАВЛИВАЮЩИЕ

**А. И. Варкентин\***, **О. Б. Тепнин\***, **Д. Я. Саушкина\***, **А. В. Зимин\*\***, **Е. И. Свергун\*\***

\*Камчатский филиал Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии (КамчатНИРО), Петропавловск-Камчатский

\*\*Санкт-Петербургский филиал Института океанологии им. П. П. Ширшова РАН

*Yield of East Kamchatka pollock generations and some of the reasons for it*

**A. I. Varkentin\***, **O. B. Tepnin\***, **D. Y. Saushkina\***, **A. V. Zimin\*\***, **E. I. Svergun\*\***

\*Kamchatka Branch of Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography (KamchatNIRO), Petropavlovsk-Kamchatsky

\*\*St. Petersburg Branch of the Shirshov Institute of Oceanology RAS

Минтай *Gadus chalcogrammus* (Pallas, 1811) — один из наиболее массовых видов рыб Северной Пацифики и важный объект отечественного и мирового рыболовства. В тихоокеанских водах, прилегающих к Камчатке и северным Курильским островам от Кроноцкого залива до о. Харимкотан, обитает одна из относительно крупных популяций этого вида — восточнокамчатская [Золотов, Антонов, 1986; Антонов, 1991]. Как и для других группировок, для неё характерны значительные изменения запасов, вызванные чередованием поколений разной численности. В свою очередь, урожайность поколений у большинства рыб зависит прежде всего от условий выживания эмбрионов и пищевой обеспеченности личинок. Прямое и косвенное влияние на выживаемость ранних стадий оказывают термические условия. Не вызывает сомнений влияние нерестового запаса на популяционную плодовитость: большее количество самок всегда продуцирует больше икры. С момента попадания икры в воду включаются природные механизмы, в каждом году по-своему корректирующие стартовый потенциал поколения [Борисов и др., 2006].

Несмотря на важность исследования этого вопроса, даже для таких хорошо изученных объектов, как атлантическая треска, тихоокеанская сельдь, минтай, причины, а тем более конкретные механизмы появления поколений разной численности до конца не изучены. Ранее Н. П. Антоновым [1991] для восточнокамчатского минтая обнаружена положительная корреляция между численностью поколений в возрасте 4 года, количеством оплодотворённой икры и средневзвешенной температурой воды. А. В. Булов с соавторами [2004], одним из возможных механизмов формирования

численности поколений считают направление течений над системой каньонов. Вынос личинок, выключнувшихся в каньонах, в открытые воды может привести к значительным потерям формирующейся генерации. Новые данные, полученные в последние годы, позволяют вновь обратиться к этому вопросу, что определяет актуальность и значимость настоящей работы.

По модельным оценкам, в 1975–2023 гг. в динамике ресурсов восточнокамчатского минтая прослеживалось несколько периодов высокой и низкой численности (рис. 1А). В последние 13 лет запасы находятся на относительно высоком уровне с тенденцией к росту, что связано с появлением средних и урожайных поколений (рис. 1Б).

Таким образом, в рассматриваемый период к урожайным можно отнести поколения 1975–1980, 1983–1987, 2018–2021 гг., средним по численности — 1981–1982, 1988, 2002–2017 гг., неурожайным — 1989–2001 гг.

Проведённый анализ зависимости модельной численности 2-годовиков от биомассы нерестового запаса в год рождения поколения не выявил какой-либо значимой связи (рис. 2). При этом, однако, отчётливо видно, что наибольшие по величине поколения (1975–1978 г.р.) появились в годы, когда нерестовый запас был на среднем уровне, что предполагает существование оптимума величины родительского стада, при которой возможно появление на свет генераций повышенной численности. При этом очевидно, что приоритетное значение в формировании урожайности поколений играют другие факторы и прежде всего условия внешней среды. В частности, большинство исследователей появление высокочисленных генераций минтая связывают с «тёплыми» периодами [Зверькова, 1981; Давыдов, 1984; Булатов, 1988; Балыкин, 1990; Науменко и др., 1990; Варкентин, Сергеева, 2002; Фигуркин, 2003; и др.].

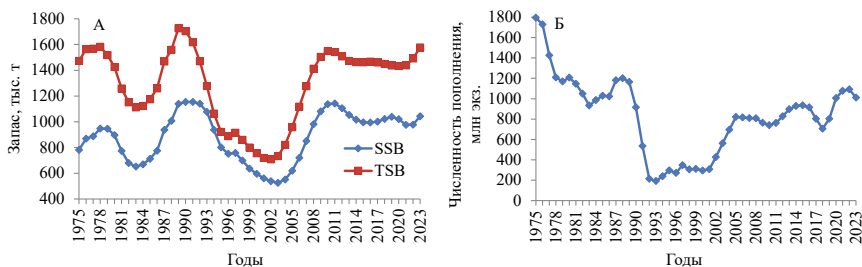


Рис. 1. Межгодовая динамика общего (TSB) и нерестового (SSB) запаса (А), пополнения (численность 2-годовиков) (Б) восточнокамчатского минтая по модельным оценкам



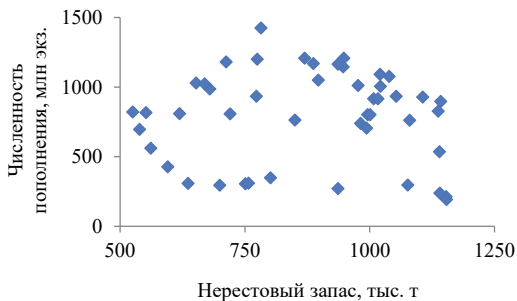


Рис. 2. Зависимость «запас – пополнение» для восточнокамчатского минтая по модельным оценкам

На основании данных ихтиопланктонных съёмки, выполненных в тихоокеанских водах Камчатки и северных Курильских островов, и прямых измерений температуры воды в слое 20–300 м, рассчитали средние значения (данные за 2014, 2015, 2020, 2021, 2023 и 2024 гг. отсутствуют) и по полученным результатам провели ранжирование лет по пяти уровням [Елисеева, Юзбашев, 1998]: «аномально тёплые» (2017 г.), «тёплые» (1998, 2001, 2003, 2004, 2007, 2011, 2018, 2022 гг.), «нормальные» (2002, 2005, 2008, 2009, 2019 гг.), «холодные» (1999, 2000, 2006, 2013, 2016 гг.) и «аномально холодные» (2010, 2012 гг.). Была также установлена довольно тесная связь ( $r = -0,61$ ,  $p < 0,05$ ) вычисленного параметра с изменчивостью уровня ледовитости Берингова моря, что указывает на большое значение в формировании термических условий в местах нереста восточнокамчатского минтая адвекции вод с Камчатским течением.

Прямое сравнение уровня теплосодержания вод в районах нереста восточнокамчатского минтая с численностью его пополнения не позволяет говорить о наличии какой-либо статистически значимой связи между этими параметрами. Урожайные и неурожайные поколения появлялись в разные по теплосодержанию годы. Объяснением этому могут быть особенности воспроизводства этой группировки минтая. В отличие от других популяций этого вида, для которых характерно воспроизводство на шельфе, основной вклад в репродуктивный потенциал восточнокамчатской популяции вносит глубоководный нерест [Буслов и др., 2004]. Он происходит в каньонах, расположенных в Авачинском и Кроноцком заливах. Икротетание здесь протекает в основном глубже 300 м, т. е. ниже слоя холодного промежуточного слоя (ХПС) [Буслов, Тепнин, 2002], при температуре воды выше 2,5 °С, тогда как на шельфе — при более низких значениях, вплоть до отрицательных.

Считалось, что условия в каньонах благоприятствуют нересту не только из-за относительно высокой температуры воды и её постоянства

в межгодовом аспекте, но и в силу меньшего разноса икры и личинок течениями [Буслов и др., 2006]. Однако результаты исследований, выполненных в последние годы в каньонах Авачинского залива, показали, что это далеко не так. Была обнаружена значительная вертикальная динамика вод [Варкентин, Саушкина, 2022; Саушкина и др., 2023]. За период времени, близкий к приливному циклу, изотермы на границе ХПС и тёплого промежуточного слоя (ТПС) совершали вертикальные перемещения с амплитудой более 60 м (рис. 3). Причина такой динамики — влияние внутренних волн, обусловленных контактом приливной волны с топографией дна и, в частности, с сильно изрезанным материковым склоном. Это явление может быть одним из факторов увеличения смертности икры. Конкретный механизм его пока не известен, но можно предположить, что подъём (опускание) икры на 120–150 м за 12 часов может напрямую сказываться

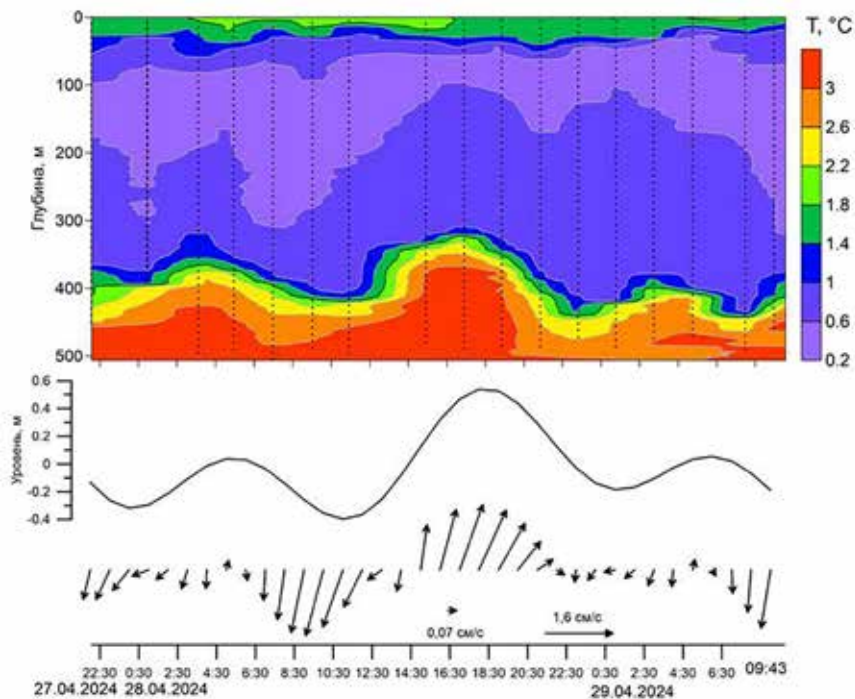


Рис. 3. Результаты вертикального зондирования толщи вод (температура воды, °C) в районе «Северного» каньона в Авачинском заливе 27–29 апреля 2024 г., совмещённые с ходом приливного уровня и течений по данным расчетов глобальной модели приливов TPXO (TOPEX/Poseidon Global Tidal Model)

на увеличении её смертности, например, из-за перепада давления или изменения обеспеченности кислородом. Однако следует иметь в виду, что внутренние волны приливной генерации, в силу своей природы, являются относительно постоянными и, следовательно, не могут служить основной причиной межгодовой изменчивости уровня гибели минтая на ранних стадий развития. Скорее, такие вертикальные перемещения больших объёмов выметанной икры могут способствовать её попаданию в зону действия течений, осуществляющих их вынос за пределы благоприятных зон для развития икры и личинок. Логично предположить, что скорость и расположение основной струи Камчатского течения может оказывать как негативное, в случае приближения к материковому склону Авачинского залива, так и позитивное воздействие, в противном случае.

Учитывая вышеизложенное, рассчитали скорость переноса вод поверхности Камчатским течением через два разреза у восточного побережья Камчатки для апреля 1993–2024 гг. (врезка на рис. 4). Исходя из полученных результатов, можно сделать вывод, что в начале 2000-х гг. в системе Камчатского течения произошла значительная перестройка (рис. 4). На представленном графике приведены средние значения скорости на выделенных разрезах для периодов лет с 1993 по 2002 г., с 2003 по 2015 г. и с 2016 по 2024 г.

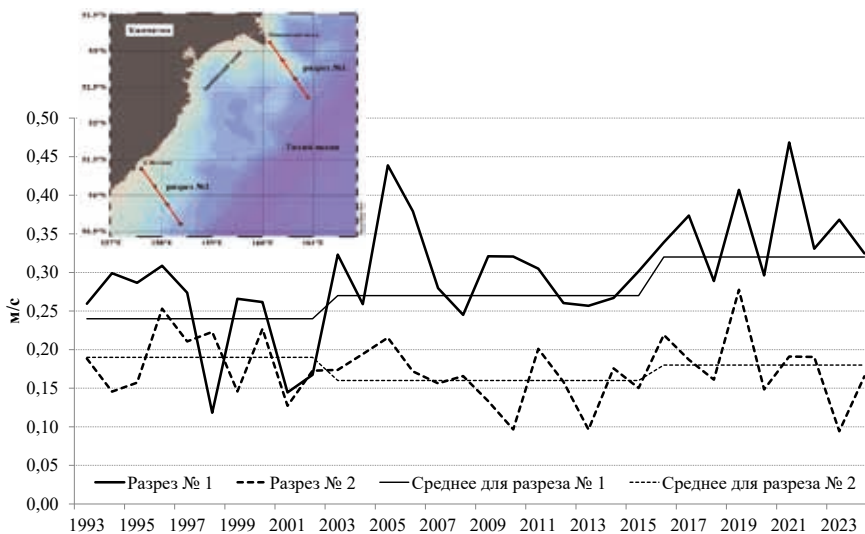


Рис. 4. Межгодовое изменение скорости течения на разрезах у восточного побережья Камчатки

Обращает на себя внимание противофазность линий трендов двух временных рядов, а также тот факт, что скорость переноса на разрезе от м. Шипунский постепенно возрастала, в то время как у юго-восточного побережья — снижалась. Кроме того, данный показатель, несмотря на значительную межгодовую вариабельность, по крайней мере, в последнее десятилетие имеет выраженную тенденцию к росту. Если рассмотреть некоторые, наиболее характерные карты скорости и направления течения (рис. 5), то можно прийти к выводу, что при ослаблении основной струи Камчатского течения (например, 1998 г.) на траверзе м. Шипунский, на акватории Авачинского залива устанавливается стационарный антициклонический перенос вод в поверхностном слое, что может приводить к выносу выметанной в каньонах икры далеко за пределы благоприятной для развития акватории. В противном случае (например, 2021 г.), Камчатское течение сильно отклоняется от восточного побережья в океан, и на акватории Авачинского залива господствует циклонический перенос вод. Возможно, что именно такие условия более благоприятны для дальнейшего развития и выживания молоди. Для подтверждения высказанных предположений необходимо продолжить начатые исследования.

Исследование частично выполнено за счёт гранта Российского научного фонда № 23-17-00174 (<https://rscf.ru/project/23-17-00174>).

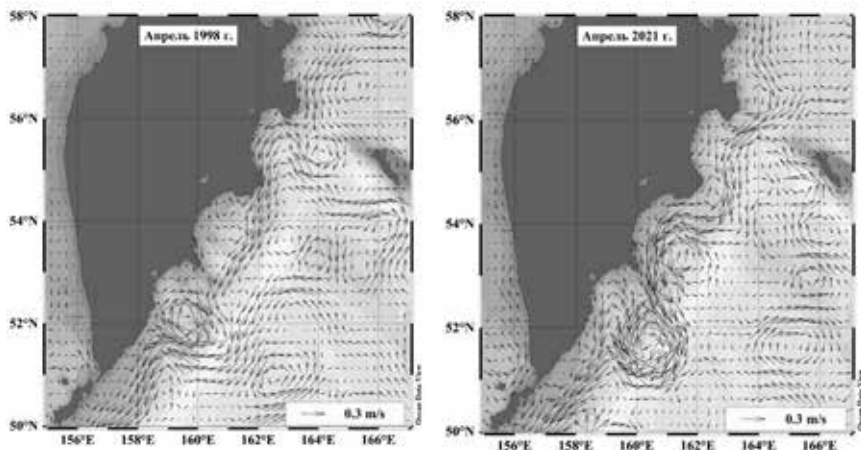


Рис. 5. Поля скорости и направления течения на поверхности у восточного побережья Камчатки в апреле 1998 и 2021 гг.

## Литература

- Антонов Н.П. 1991. Биология и динамика численности восточнокамчатского минтая: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. — Владивосток: ТИНРО. — 23 с.
- Балькин П.А. 1990. Биология и состояние запасов минтая западной части Берингова моря: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. — Петропавловск-Камч. — 23 с.
- Булатов О.А. 1988. Межгодовая изменчивость запасов восточнберингово-морского минтая // Изменчивость состава ихтиофауны, урожайности поколений и методы прогнозирования запасов рыб в северной части Тихого океана. — Владивосток: ТИНРО. — С. 4–16.
- Булсов А.В., Тепнин О.Б. 2002. Условия нереста и эмбриогенеза минтая *Theragra chalcogramma* (Gadidae) в глубоководных каньонах тихоокеанского побережья Камчатки // Вопр. ихтиол. — Т. 42. — № 5. — С. 617–625.
- Булсов А.В., Тепнин О.Б., Дубинина А.Ю. 2004. Особенности экологии нереста и эмбриогенеза восточнокамчатского минтая // Изв. ТИНРО. — Т. 138. — С. 282–298.
- Булсов А.В., Тепнин О.Б., Дубинина А.Ю. 2006. Весенний ихтиопланктон в районе глубоководных каньонов Авачинского залива (Восточная Камчатка) // Изв. ТИНРО. — Т. 144. — С. 226–246.
- Варкентин А.И., Сергеева Н.П. 2002. Промысел и размерно-возрастной состав минтая *Theragra chalcogramma* Pallas (Gadidae) в промысловых уловах в восточной части Охотского моря // Исслед. вод. биол. ресурсов Камчатки и сев.-зап. части Тихого океана. — Вып. 6. — С. 75–87.
- Варкентин А.И., Саушкина Д.Я. 2022. О некоторых вопросах воспроизводства минтая в тихоокеанских водах, прилегающих к Камчатке и северным Курильским островам в 2013–2022 гг. // Тр. ВНИРО. — Т. 189. — С. 105–119.
- Давыдов И.В. 1984. О сопряженности развития океанологических условий в основах рыбопромысловых районах дальневосточных морей // Изв. ТИНРО. — Т. 109. — С. 3–16.
- Елисева И.И., Юзбашев М.М. 1998. Общая теория статистики. — М.: Финансы и стат. — 368 с.
- Зверькова Л.М. 1981. Влияние естественных факторов и промысла на численность минтая северо-восточной части Японского моря // Экология, запасы и промысел минтая. — Владивосток: ТИНРО. — С. 28–40.
- Золотов О.Г., Антонов Н.П. 1986. О популяционной структуре восточнокамчатского минтая. Тресковые дальневосточных морей. — Владивосток: ТИНРО. — С. 43–50.
- Науменко Н.И., Балькин П.А., Науменко Е.А., Шагинян Э.Р. 1990. Многолетние изменения в пелагическом ихтиоценозе западной части Берингова моря // Изв. ТИНРО. — Т. 111. — С. 49–57.
- Саушкина Д.Я., Варкентин А.И., Тепнин О.Б. 2023. Новые данные об условиях воспроизводства, вертикальном распределении икры минтая в глубоководном каньоне Авачинского залива // Современные проблемы и перспективы развития рыбохозяйственного комплекса: Мат-лы XI Междунар. науч.-практ. конф. молодых учёных и специалистов. — М.: Изд-во ВНИРО. — С. 211–214.
- Фигуркин А.Л. 2003. Океанологические условия шельфа и склона Охотского моря в холодную половину года и их влияние на нерест минтая: Автореф. дис. ... канд. геогр. наук. — Владивосток: ТИНРО. — 23 с.

## СТРУКТУРА И МЕЖГОДОВАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ ЗООПЛАНКТОННОГО СООБЩЕСТВА АВАЧИНСКОЙ ГУБЫ (ВОСТОЧНАЯ КАМЧАТКА)

**Н. М. Вецлер, А. Ю. Шабуров, К. В. Богданова, Т. В. Бонк, О. Б. Тепнин**  
Камчатский филиал Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства  
и океанографии (КамчатНИРО), Петропавловск-Камчатский

*Structure and interannual variability of the zooplankton community of Avacha Bay  
(Eastern Kamchatka)*

**N. M. Vetsler, A. Yu. Shaburov, K. V. Bogdanova, T. V. Bonk, O. B. Tepnin**  
Kamchatka Branch of Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography  
(KamchatNIRO), Petropavlovsk-Kamchatsky

Авачинская бухта (Авачинская губа), расположенная на юго-восточном побережье Камчатки, представляет собой обширный замкнутый залив округлой формы, соединяющийся с Тихим океаном сравнительно узким проливом. Площадь бухты равна около 238 км<sup>2</sup>, максимальная глубина находится в центральной части водоёма и составляет — 27 м [Муравьёв, 1998].

Авачинская губа имеет важное рыбохозяйственное и рекреационное значение для жителей Камчатского края, 90% которых проживает в городах и посёлках, расположенных на её берегах. На акватории бухты ведётся промысел различных гидробионтов, проходят миграции популяций тихоокеанских лососей. Авачинская губа является нагульным водоёмом для молоди лососей, воспроизводящихся в бассейнах рек Авача и Паратунка [Токранов, Шейко, 2015]. По данным В. С. Варнавского [1993], после ската из рек молодь рыб около двух месяцев проводит в бухте, а основу её рациона в этот период составляют зоопланктонные организмы [Сынкова, 1951; Сафронов, 1998].

С расположением Авачинской губы в самом густонаселённом районе Камчатки связано её экологическое состояние и функционирование экосистемы водоёма в условиях длительного антропогенного загрязнения. Известно, что зоопланктонные организмы, как наиболее динамичные компоненты биоты, чутко реагируют на воздействие естественных и антропогенных факторов изменением продукционных показателей и видового состава, и нередко успешно используются для диагностики экологического состояния водоёмов [Андроникова, 1996; Телеш, 2006]. Эколого-рыбохозяйственный мониторинг Авачинской губы включает изучение

структурных и функциональных характеристик зооценоза и служит для оценки его современного состояния и происходящих изменений в многолетнем ряду наблюдений. В данной работе представлены результаты шестилетних исследований (2018–2023 гг.) таксономического состава и межгодовой динамики структурно-функциональных параметров зоопланктонного сообщества в центральной части Авачинской губы

Сбор материала в течение всего исследуемого периода осуществляли по единой методике. Планктонные пробы отбирали один раз в месяц в центральной части пелагиали водоёма в период с марта (апреля) по сентябрь (октябрь), облавливая слой воды от дна до поверхности сетью Джеди с диаметром входного отверстия 18 см (газ с размером ячеи 93 мкм). В каждую дату наблюдений на этой же станции измеряли температуру воды от поверхности до дна с шагом по глубине не более 1 м посредством зондирующего комплекса RINKO Profiler ASTD-102 (JFE Advantech, Япония). Межгодовые изменения термического режима были прослежены по средним значениям температуры воды за вегетационный период (май–сентябрь).

Камеральную обработку планктонных проб выполняли в счётной камере Богорова по стандартной гидробиологической методике [Инструкция..., 1971; Руководство..., 1984]. Организмы зоопланктона идентифицировали до вида или до более крупного таксона, используя определители фауны северных и дальневосточных морей [Гаевская, 1937; Определитель..., 1948; Бродский, 1950; Краткое руководство..., 1990]. Биомассу планктонных организмов рассчитывали как произведение их численности на среднее значение массы тела по таблице стандартных весов [Лубны-Герцык, 1953]. Крупные компоненты (некоторые копеподы, эвфаузииды, гиперииды, медузы, личинки моллюсков и полихет) взвешивали на торсионных весах с точностью до 1 мг.

Основу зоопланктонного сообщества в центральной части Авачинской губы в 2018–2023 гг. составляли типичные представители холодноводной и умеренно-холодноводной тихоокеанской фауны. Таксономическое богатство гидробионтов характеризовалось присутствием 40 таксонов разного систематического ранга и было сформировано как голопланктоном — облигатными планктерами, так и меропланктоном — организмами, у которых в планктонном состоянии проходит лишь часть жизненного цикла. Голопланктон в 2018–2023 гг. был представлен инфузориями (семейство Tintinnidae), простейшими (подкласс Radiolaria), коловратками (класс Rotifera), оболочниками (класс Appendicularia), щетинкочелюстными (тип Chaetognatha), эвфаузиидами (отряд Euphausiacea), мизидами (отряд Mysida), веслоногими (класс Copepoda) и ветвистоусыми (отряд Cladocera) раками. Из меропланктона встречались личинки полихет (класс Polychaeta), двустворчатых (класс Bivalvia) и брюхоногих (класс Gastropoda) моллюсков, иглокожих (тип

Echinodermata), десятиногих раков (отряд Decapoda), гарпактициды (отряд Harpacticoida), амфиподы (отряд Amphipoda), медузы (класс Hydrozoa), остракоды (класс Ostracoda) и науплиусы усонюгих раков (отряд Cirripedia).

Межгодовые колебания численности зоопланктона происходили в пределах 13,4–112,7 тыс. экз./м<sup>3</sup> при среднемноголетнем значении равном 53,9 тыс. экз./м<sup>3</sup>. В 2018–2023 гг. прослеживалась прямая связь обилия зоопланктонных организмов с термическими условиями в водоёме ( $r = 0,88$ ). Максимум концентрации гидробионтов в центральной части Авачинской губы пришёлся на 2020 г. и был связан с благоприятными температурными условиями в водоёме: средняя температура водных масс в мае — сентябре в этом году составила 6,7 °С. Минимальная численность зоопланктона была отмечена в 2022 г. при наименьшем прогреве водной массы в безледный период (5,0 °С). Ведущая роль в формировании численности зоопланктона принадлежала представителям голопланктона (67,2–94,4%), причём доминантный комплекс во все годы исследований в основном формировали 2 таксона — Tintinnidae и Copepoda. Доля меропланктона составляла 5,6–32,8% от общей концентрации зоопланктона и в основном была представлена личинками Mollusca и Polychaeta.

Биомасса варьировала от 0,3 до 1,3 г/м<sup>3</sup> при среднемноголетнем значении 0,7 г/м<sup>3</sup>. Основу биомассы преимущественно составляли Copepoda и Mollusca, реже Chaetognata и Polychaeta, причём на долю веслоногих раков приходилось от 15,6 до 71,2% среднесезонной биомассы зоопланктона. Максимум биомассы пришёлся на 2019 г. и был связан с ростом численности моллюсков и веслоногих раков. Наименьшая биомасса, как и численность, была отмечена в «холодный» 2022 г.

В 2021–2022 гг. на фоне снижения количественных показателей зоопланктона происходили существенные изменения в структуре меропланктона, что, вероятно, стало следствием экологической катастрофы в прибрежных водах на юго-востоке Камчатки и массовой гибели гидробионтов осенью 2020 г., причём наибольшая смертность была отмечена у бентосных организмов [Винников и др., 2022].

Главной причиной гибели гидробионтов на побережье Камчатки в сентябре-октябре 2020 г. стало масштабное вредоносное цветение воды (ВЦВ), вызванное одновременной и очень интенсивной вегетацией сразу нескольких видов микроводорослей (в основном динофлагеллят из рода *Karenia*) [Лепская и др., 2021; Орлова, 2022].

В результате активного размножения этих микроводорослей возник дефицит питательных веществ, который в свою очередь стимулировал усиленную выработку токсичных метаболитов, оказавших негативное воздействие на прибрежные морские экосистемы юга Камчатки. Благоприятный температурный



режим, относительно спокойные климатические условия и существующие в этом районе течения способствовали резкому росту концентрации метаболитов и отмершей органики микроводорослей в прибрежной зоне и стало причиной массового замора гидробионтов [Винников и др., 2022].

Произошедшие события повлияли на состояние меропланктона в центральной части Авачинской губы. В 2021 г. в 1,4 раза сократилось количество личинок донных животных: количество Mollusca уменьшилось в 1,6 раза, Polychaeta — в 1,5 раза, но одновременно в 3,4 раза возросла концентрация Medusae. Наибольшее снижение обилия меропланктона происходило в 2022 г.: численность моллюсков уменьшилась в 11,6 раза, иглокожих — в 6,5; науплиусов усоногих раков — в 1,7, медуз — в 4,3 раза по сравнению с 2020 г. Исключением стал быстрый рост численности личинок Polychaeta, превысившей в 1,8 раза уровень 2020 г., благодаря чему они стали одним из доминирующих таксонов в 2022 г. и составили 47,3% от биомассы и 22,3% от общей численности зоопланктона. Тем не менее уже в 2023 г. началось постепенное восстановление структуры зоопланктонного сообщества и был отмечен рост концентрации личинок Bivalvia, Echinodermata и Cirripedia.

## Литература

- Андроникова И.Н. 1996. Структурно-функциональная организация зоопланктона озёрных экосистем разных трофических типов. — СПб.: Наука. — 189 с.
- Бродский К.А. 1950. Веслоногие рачки Calanoida дальневосточных морей СССР и полярного бассейна. — М.; Л.: АН СССР. — 442 с.
- Варнавский В.С. 1993. Смолтификация тихоокеанских лососей: Автореф. дис. ... д-ра биол. наук. — СПб.: СПбГУ. — 50 с.
- Винников К.А., Семенченко С.А., Гальшева Ю.А., Нестерова О.В., Бойченко Т.В., Пелех А.Д. 2022. Масштабный красный прилив на Камчатке осенью 2020 года и его последствия // Тез. докл. I Всерос. науч.-практ. конф. «Россия в Десятилетии ООН наук об океане». — М.: МИРЭА; Рос. технол. ун-т. — С. 221–223 с.
- Краткое руководство по определению планктона северо-западной части Тихого океана. 1990 / Сост. В.И. Чучукало, М.С. Кун. — Владивосток: ТИНРО. — 77 с.
- Гаевская Н.С. 1937. Краткий определитель фауны и флоры северных морей СССР. — М.; Л.: Пищепромиздат. — 368 с.
- Инструкция по сбору и обработке планктона. 1971. — М.: ВНИРО. — 82 с.
- Лепская Е.В., Тепнин О.Б., Блохин И.А., Кожевников А.В. 2021 «Красный прилив» у берегов Камчатки // Русская рыба. — № 6. — С. 60–62.
- Лубны-Герцык Е.А. 1953. Весовая характеристика основных представителей зоопланктона Охотского и Берингова морей // ДАН СССР. — Т. 91. — № 4. — С. 949–952.
- Муравьёв Я.Д. 1998. Краткий физико-географический очерк Авачинской губы // Сб. науч. ст. по экологии и охране окружающей среды Авачинской бухты. — Петропавловск-Камчат.: Госкомкамчатэкология. — С. 7–10.

*Определитель* фауны и флоры северных морей СССР. 1948 / Под ред. Н. С. Гаевской. — М.: Совет. наука. — 740 с.

*Орлова Т. Ю.* 2022. ВЦВ в Российском секторе Тихого океана и Арктики как возрастающая угроза здоровью человека и прибрежным экосистемам // Тез. докл. I Всероссий. науч.-практ. конф. «Россия в Десятилетии ООН наук об океане». — М.: МИРЭА; Рос. технол. ун-т. — С. 223–225 с.

*Руководство* по разбору и определению таксономических групп макропланктона. 1984 / Сост. В. И. Чучукало, М. С. Кун. — Владивосток: ТИНРО. — 62 с.

*Сафронов С. Г.* 1998. К вопросу исследования Авачинской губы как нагульного водоёма тихоокеанских лососей // Сб. науч. ст. по экологии и охране окружающей среды Авачинской бухты. — Петропавловск-Камч.: Госкомкамчатэкология. — С. 71–77.

*Сынкова А. И.* 1951. О питании лососей в камчатских водах // Изв. ТИНРО. — Т. 34. — С. 105–121.

*Телеш И. В.* 2006. Видовое разнообразие и функционирование сообществ зоопланктона в озёрах, реках и эстуариях: Автореф. дис. ... д-ра биол. наук. — СПб.: Зоол. ин-т. — 45 с.

*Токранов А. М., Шейко Б. А.* 2015. Современный состав ихтиофауны Авачинской губы (Юго-Восточная Камчатка) // Исслед. вод. биол. ресурсов Камчатки и сев.-зап. части Тихого океана. — Вып. 36. — С. 48–54.

## ПОИМКА СЕРЕБРЯНОГО КАРАСЯ *CARASSIUS GIBELIO* (CYPRINIDAE) В АВАЧИНСКОЙ ГУБЕ

**С. С. Григорьев\*, Н. А. Седова\*\***

\*Камчатский филиал Тихоокеанского института географии (КФ ТИГ) ДВО РАН,  
Петропавловск-Камчатский

\*\*Камчатский государственный технический университет (КамчатГТУ),  
Петропавловск-Камчатский

*The capture of Prussian carp *Carassius gibelio* (Bloch, 1782) in Avacha Bay*

**S. S. Grigorev\*, N. A. Sedova\*\***

\*Kamchatka Branch of Pacific Geographical Institute (KB PGI) FEB RAS,  
Petropavlovsk-Kamchatsky

\*\*Kamchatka State Technical University (KSTU), Petropavlovsk-Kamchatsky

Обобщение имеющихся материалов с 1990 по 2005 г. с привлечением литературных и опросных сведений, а также информации о промысловых и любительских уловах, позволило дать характеристику современного состава ихтиофауны Авачинской губы [Токранов, Шейко, 2015]. По этим данным, в водах Авачинской губы зарегистрированы один вид круглоротых и 76 видов рыб из 23 семейств. Серебряный карась *Carassius gibelio* (Bloch, 1782) в этом списке отсутствует.

Серебряный карась отличается удивительной экологической пластичностью, благодаря которой легко приспосабливается к новым условиям среды обитания и активно расширяет свой ареал. Появление серебряного карася в новых акваториях часто является следствием искусственной интродукции и последующей натурализации, связанной с высокими адаптивными свойствами и пластичностью вида.

Серебряный карась — не нативный вид в ихтиофауне Камчатки. Наиболее подробная история его интродукции представлена в работах Токранова [2004]. Впервые карася вселили в проточные озёра в бассейне р. Камчатка в конце июня 1930 г. из р. Седанка, расположенной близ г. Владивосток. Небольшая часть карасей из числа завезённых для интродукции в р. Камчатка была выпущена в озёра, расположенные в окрестностях г. Петропавловск-Камчатский. Одно из наиболее известных мест обитания серебряного карася на юго-востоке Камчатки — это оз. Култучное, находящееся в черте г. Петропавловск-Камчатский и соединённое с Авачинской губой протокой. Вселение карасей в это озеро, помимо единичных экземпляров,

вселённых в 1930 г., осуществили сотрудники Камчатского филиала Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии по личной инициативе. В 2002 г. И. С. Куренков, С. В. Шубкин и Н. П. Лошнин выпустили в оз. Култучное выловленных в Ушковском озере 37 половозрелых карасей длиной 24–25 см [Введенская и др., 2013]. Несмотря на то, что численность особей серебряного карася, выпущенных в озеро, была невелика, вид натурализовался в водоёме. Так, 15.09.2010 молодь карасей в оз. Култучное отмечали в уловах невода в восточном и западном районах озера [Введенская, 2017]. Кроме того, имеются сведения о распространении карася в бассейне р. Паратунка, впадающей в Авачинскую губу [Токранов, 2002].

12.06.2023 на побережье Авачинской губы в приливной луже вблизи уреза воды во время отлива мы обнаружили зажатую между крупных камней живую особь серебряного карася. Солёность воды в месте поимки была довольно высокой. Её не измеряли, но по предыдущим наблюдениям, солёность воды в Авачинской губе варьирует в широком диапазоне в зависимости от сезона и приливных течений, и составляет от 2,04‰ (в устьях рек) до 32,32‰. В июне в бухтах Авачинской губы солёность в подповерхностном слое не опускалась ниже 26,52‰. Температура воды в месте поимки составила 10,2 °С.

Пойманный экземпляр имеет короткое, высокое тело, покрытое золотистой чешуёй. Золотистая чешуя нетипична для серебряного карася, но встречается [Веселов, 1977]. Чешуя крупная, шероховатая. Спина — сплюснутая с боков, тёмно-зеленоватая с золотистым отливом. Бока золотистые. Брюхо серебристое (рис. 1). Спинной плавник длинный. Глаза относительно большие, круглые. Рот конечный, без усиков. Последние неветвистые лучи спинного и анального плавников сильные. Задний край лучей зазубрен. Зубчики грубые и малочисленные.



Рис. 1. Серебряный карась *Carassius gibelio* из Авачинской губы

Таблица 1. Пластические и меристические признаки серебряного карася *Carassius gibelio*, пойманного в Авачинской губе 12.06.2023 в сравнении с данными литературы

Признак	Авачинская губа	Зиновьев и др., 2011	Янкова, 2006	Веселов, 1977
Пластические признаки, % от SL				
Длина головы	29,4	26,4–40,8		
Высота головы на уровне затылка	26,3	15,0–28,4	24,6–25,7	
Ширина головы	17,9	9,5–14,9		
Наибольшая высота тела	38,9	28,4–45,5	45,7–48,5	
Антедорсальное расстояние	51,6	41,5–55,4	53,3–54,4	
Антеанальное расстояние	73,3	51,9–81,5	78,2–79,9	
Антепекторальное расстояние	28,4		28,8–29,8	
Антевентральное, расстояние	47,9	45,1–54,8	48,7–48,9	
Межглазничное расстояние	12,6	9,5–14,5		
Горизонтальный диаметр глаза	7,4	5,1–9,2		
Длина рыла	5,3	6,8–13,4		
Длина верхней челюсти	11,6			
Длина лучей грудного плавника	6,3			
Длина основания грудного плавника	18,9	14,3–21,3	16,7–19,2	
Меристические признаки				
Число лучей в плавниках	D	III 15	III–IV 14–19	III–IV 15–19
	A	II 6	II–III 5–7	II–III 5–6
	P	15	13–18	
	C	22		
	V	28	29–37	28–34
Жаберных тычинок на 1-й жаберной дуге	40	34–51		39–50

Абсолютная длина тела особи составляет 125, стандартная — 97 мм, масса тела 28,4 г. Результаты измерений и подсчёта меристических признаков пойманного экземпляра в сравнении с имеющимися данными литературы приведены в таблице 1.

Обнаруженная особь является самкой с гонадами II стадии зрелости. Экто- и эндопаразиты не обнаружены. Возраст 2+. Кишечник слабо наполнен пищей, состоящей из растительных волокон.

Пойманный в Авачинской губе экземпляр серебряного карася, вероятно, попал туда из оз. Кулгучного, так как место его поимки находится на расстоянии всего 5 км от протоки, соединяющей озеро с губой (рис. 2). Пока не ясно, в каком возрасте попал серебряный карась в Авачинскую губу, и как долго он там обитал.



Рис. 2. Место поимки серебряного карася *Carassius gibelio* в Авачинской губе

Нельзя исключать другой вариант попадания серебряного карася в Авачинскую губу. Он мог попасть туда из бассейна р. Паратунки. Однако этот вариант менее вероятен, так как устье р. Паратунки находится на противоположной от места поимки стороне Авачинской губы, и в этом случае карась должен

был бы либо преодолеть центральную её часть, наиболее солёную и глубоководную, либо проделать весьма долгий путь вдоль береговой линии бухты.

Известно, что в Камчатском заливе серебряный карась нередко встречается в прибрежной акватории [Бугаев, 2007]. Можно предположить, что в Авачинской губе этот вид также появляется. В отличие от Камчатского залива, в Авачинской губе крупномасштабный промышленный лов не ведётся. Вероятно, по этой причине карасей в Авачинской губе не обнаруживали ранее, или данные по их поимке не были опубликованы. По-видимому, в Авачинской губе единственного экземпляра карася удалось обнаружить только потому, что эта особь попала в западню между крупных камней, задержалась в прибрежье и осталась изолированной в приливной луже.

Специалисты признали, что вселение карася в реки Камчатки является примером удачной натурализации [Токранов, 2002]. Высокая пластичность этого вида позволила ему широко расселиться в водоёмах Камчатки и проникнуть в прибрежные солоноватые, и даже солёные, воды. Поимка серебряного карася в Авачинской губе позволяет дополнить список ихтиофауны этого водоёма новым видом.

## Литература

Бугаев В. Ф. 2007. Рыбы бассейна реки Камчатки (численность, промысел, проблемы). — Петропавловск-Камч.: Камчатпресс. — 192 с.

Введенская Т. Л. 2017. Современное состояние озера Култучного // Материалы XXXIV Крашенинниковских чтений «Во все концы достигнет россов слава». — Петропавловск-Камч.: Камч. краевая науч. б-ка. — С. 253–260.

Введенская Т. Л., Улатов А. В., Бонк Т. В. 2013. Экологическое состояние озера Култучного (восточное побережье, Камчатка) // Докл. XII–XIII Междунар. науч. конф. «Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей». — Петропавловск-Камч.: Камчатпресс. — С. 72–92.

Веселов Е. А. 1977. Определитель пресноводных рыб фауны СССР. — М.: Просвещение. — 238 с.

Зиновьев Е. А., Литвиненко Н. И., Кузнецова А. С. 2011. О серебряном карасе в Пермском Прикамье // Вестн. Пермского ун-та. Сер. Биол. — Вып. 3–4. — С. 29–34.

Токранов А. М. 2004. О «бесчешуйном звере» и других обитателях камчатских вод. — Петропавловск-Камч.: Из-во КамчатНИРО. — 152 с.

Токранов А. М., Шейко Б. А. 2015. Современный состав ихтиофауны Авачинской губы (Юго-Восточная Камчатка) // Исслед. вод. биол. ресурсов Камчатки и сев.-зап. части Тихого океана. — Вып. 36. — С. 48–54. DOI: 10.15853/2072-8212.2015.36.48-54

Янкова Н. В. 2006. Эколого-морфологические особенности диплоидно-триплоидных комплексов серебряного карася *Carassius auratus gibelio* (Bloch) на примере озёр междуречья Тобол. — Тавда: Автореф. дисс. ... канд. биол. наук. — Тюмень: ТюмГУ. — 24 с.

## УСЛОВИЯ ОБИТАНИЯ ДВУСТВОРЧАТЫХ МОЛЛЮСКОВ ОКРЕСТНОСТЕЙ ЖЁЛОБА ЛЕБЕДЯ (ПО МАТЕРИАЛАМ БЕНТОСНОЙ СЪЁМКИ, ВЫПОЛНЕННОЙ НА НИС «ПРОФЕССОР МУЛЬТАНОВСКИЙ»)

**Д.Д. Данилин, А.В. Бугай**

Камчатский филиал Тихоокеанского института географии (КФ ТИГ) ДВО РАН,  
Петропавловск-Камчатский

*Living conditions of bivalvia mollusks in the vicinity of the Swan trench (based on the materials of benthic survey carried out on the research vessel "Professor Multanovsky")*

**D. D. Danilin, A. V. Bugay**

Kamchatka Branch of Pacific Geographical Institute (KB PGI) FEB RAS,  
Petropavlovsk-Kamchatsky

Несмотря на значительное количество исследований донной фауны в Охотском море, в том числе и на материковом склоне, моллюски бентали исследованного нами района и условия их существования до сих пор остаются малоизученными.

Гидрохимические особенности впадины ТИНРО, в жёлобе Лебеда, на станциях южнее жёлоба Лебеда подробно изучались на судах ТИНРО-центра в 2001 и 2002 гг. [Недашковский и др., 2018]. В 2013 г. в ходе экспедиций ТИНРО-центра в восточной части Охотского моря на материковом склоне в интервале глубин 340–965 м была выполнена достаточно подробная донная съёмка, но двустворчатых моллюсков во время неё собрано всего два вида: *Megayoldia thraciaeformis* и *Parvamussium alaskense* [Горбатенко, Кияшко, 2022]. Позже в 2015 г. были проведены научно-поисковые работы в центральной части Охотского моря с охватом глубин от 297 до 1334 м, в рамках изучения глубоководных крабов и в том числе их питания [Метелёв и др., 2017], но эти работы не затрагивали юго-восточные склоны жёлоба Лебеда.

Материал для нашей работы был собран в 2023 г. Сбор проб производился с помощью бокс-корера с площадью захвата — 0,096 м<sup>2</sup>, с борта судна НИС «Профессор Мультиановский». Всего в районе отрогов жёлоба Лебеда было выполнено 11 станций в диапазоне глубин 253–690 м, на которых удалось взять 15 бентосных проб. Точки отбора проб показаны на карте-схеме (рис. 1).



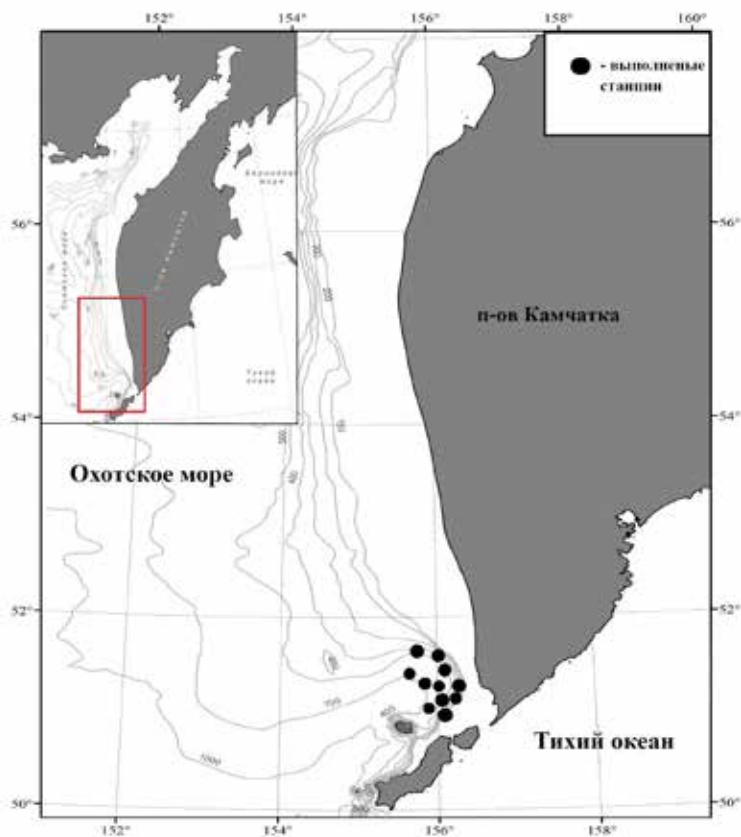


Рис. 1. Карта-схема выполненных станций [изобаты по: Атлас океанов, 1974]

Физические параметры морской воды у дна измеряли с помощью зонда Sea-bird SBE911plus. Пробы фиксировались на борту судна и далее разбирались в лабораторных условиях по общепринятым методикам [Фролова, 2008]. Определения видов встреченных моллюсков велось согласно Е. Кону [Coan et al., 2000]. Общую массу найденных экземпляров каждого вида в пробе определяли на электронных весах с точностью до 0,001 г. Тип грунта определялся непосредственно на борту судна. Донные биотопы в районе исследования довольно однородны, грунт в основном представлен алевритовыми илами и только на одной станции зафиксирован заиленный песок. Изменение солёности и температуры по глубинам в обследованном районе в августе 2023 г. приведены на графиках (рис. 2, 3).

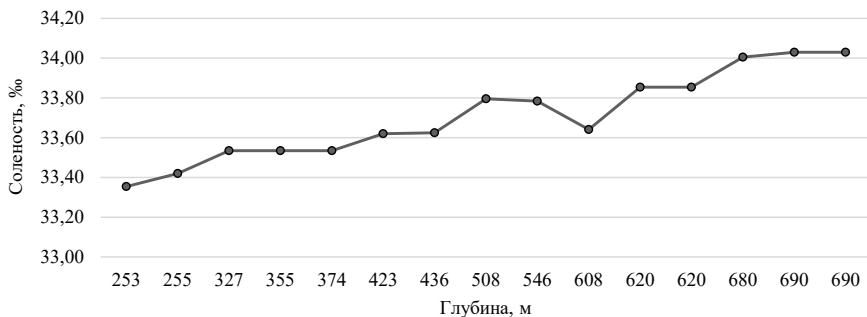


Рис. 2. Изменение солёности по глубинам в районе исследования в сентябре 2023 г.

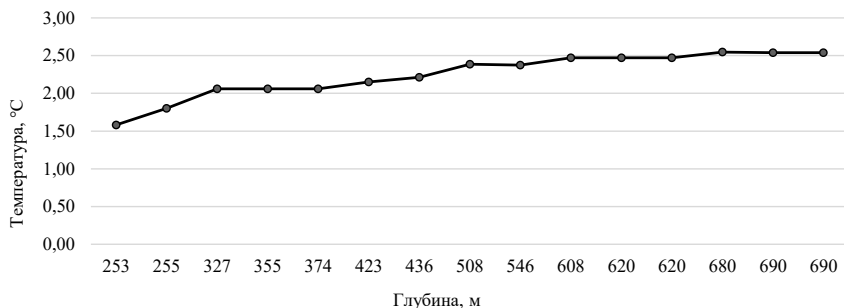


Рис. 3. Изменение температуры в зависимости от глубины в районе исследования в сентябре 2023 г.

Необходимо отметить, что в исследуемый период (с 6 по 13 сентября 2023 г.) наибольшие значения солёности и температуры зафиксированы на глубинах свыше 680 м. Список видов найденных двустворчатых моллюсков и средние плотностные характеристики найденных видов приводятся в таблице 1.

Всего на обследованном участке склона обнаружено девять видов двустворчатых моллюсков, относящихся к семи семействам. Наибольшая численность 129 экз./м<sup>2</sup> отмечена на глубине 620 м на алевроитовом иле, при солёности 33,85‰ и придонной температуре 2,47 °C. Преобладающую часть (почти 90%) составляют два вида: *E. tenuis* и *A. subquadrata*. Наибольшая биомасса 9,2 г/м<sup>2</sup> зафиксирована на глубине 255 м на единственной станции с заиленным песком, при солёности 33,42‰ и температуре 1,8 °C. На этой станции встречен всего один вид двустворчатых моллюсков: *Liosyma* sp.,

Таблица 1. Средние численности и биомассы встреченных в районе исследования двустворчатых моллюсков

Вид	Средняя численность, экз./м <sup>2</sup>	Средняя биомасса, г/м <sup>2</sup>
<i>Acila castrensis</i> (Hinds, 1843)	1,4	0,06
<i>Ennucula tenuis</i> (Montagu, 1808)	32,4	0,62
<i>Axinopsida subquadrata</i> (A. Adams, 1862)	18,0	0,09
<i>Liosyma</i> sp.	6,3	1,14
<i>Macoma carlottensis</i> Whiteaves, 1880	6,7	0,49
<i>Megayoldia thraciaeformis</i> (Storer, 1838)	0,9	0,13
<i>Mysella ventricosa</i> Scarlato, 1981	0,6	0,01
<i>Nuculana</i> sp. Juv.	0,9	0,02
<i>Nuculana leonina</i> (Dall, 1896)	0,9	0,06
Общая	68,1	2,61

систематическое положение которого ещё требует уточнений. Впервые в обследованном районе обнаружен новый для фауны Охотского моря вид — *Macoma carlottensis* Whiteaves, 1880.

Авторы выражают благодарность экипажу судна НИС «Профессор Мультановский» за всестороннюю помощь при сборе материала и руководителям программы «Плавучий университет — 2023».

## Литература

Атлас океанов. 1974. Тихий океан. — М.: Гл. упр. навигации и океанографии. — XIV. — 302 с.

Горбатенко К. М., Кияшко С. И. 2022. Трофический статус макробентоса на континентальном склоне Охотского моря по изотопному составу углерода и азота // Океанология. — Т. 62. — № 6. — С. 924–932.

Метелёв Е. А., Абаев А. Д., Клинушкин С. В., Васильев А. Г. 2017. Распределение и численность промысловых видов крабов в центральной части Охотского моря // Тр. ВНИРО. — Т. 165. — С. 3–12.

Недашковский А. П., Хен Г. В., Савельева Н. И. 2018. Гидрохимические особенности впадины ТИНРО (Охотское море) в аномально холодные годы // Изв. ТИНРО. — Т. 174. — С. 86–98.

Фролова Г. И. 2008. Методические рекомендации по отбору, обработке и анализу гидробиологических проб воды и грунта. — М.: Лесная страна. — 112 с.

Coan E. V., Scott P. V., Bernard F. R. 2000. Bivalve seashells of western North America // Santa Barbara Museum of Natural History: Monographs. — No. 2. — P. 1–764.

## ПОПУЛЯЦИИ КАЛАНА *ENHYDRA LUTRIS* L. В РОССИЙСКОЙ ЧАСТИ АРЕАЛА: ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПРИЧИН СОКРАЩЕНИЯ ЧИСЛЕННОСТИ

**С. И. Корнев**

Камчатский филиал Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства  
и океанографии (КамчатНИРО), Петропавловск-Камчатский  
Камчатский филиал Тихоокеанского института географии (КФ ТИГ) ДВО РАН,  
Петропавловск-Камчатский

*Populations of the sea otter *Enhydra lutris* L. in the Russian part of the range:  
a preliminary analysis of reasons of the population decline*

**S. I. Kornev**

Kamchatka Branch of Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography  
(KamchatNIRO), Petropavlovsk-Kamchatsky  
Kamchatka Branch of Pacific Geographical Institute (KB PGI) FEB RAS,  
Petropavlovsk-Kamchatsky

Коренные жители айны на Курильских островах, камчадалы (ительмены) на Камчатке, алеуты и индейцы на Алеутских островах и Аляске тесным образом соседствуют с каланом десятки тысяч лет. В некоторых частях тихоокеанского побережья калан живёт по соседству с человеком меньше 300 лет, например, на Командорских островах. Тем не менее, несмотря на преследование и интенсивный промысел в XVIII–XX вв., калан сохранился как вид, в отличие от морской коровы *Hydrodamalis gigas*, которая была истреблена вскоре после открытия Командорских островов в 1741 г. По одной из гипотез, вероятной причиной вымирания Стеллеровой коровы явилось почти полное истребление калана на Командорских островах в конце XVIII века [Estes et al., 2016].

Почти все популяции калана находились на грани истребления к началу XX в. Они прошли стадию депрессии или прохождения через так называемое «бутылочное горлышко», что сопровождалось резким падением численности и обеднением генетического разнообразия: многие гены, которые раньше имели десятки аллелей, сейчас имеют лишь несколько аллелей [Марголина, 2007].

На восстановление максимальной исторической численности после продолжительной депрессии все популяции в России потратили не менее 30–40 лет (рис. 1). Возникает вопрос: почему численность не держалась на уровне максимального значения в последующие годы, а происходило её

падение во всех популяциях, в том числе и на заповедных территориях? Как видно из рисунка 1, даты исторического максимума в разных популяциях разные, но во всех без исключения в ближайшие за ним годы наступало падение численности и восстановление не происходило.

Калан является обитателем прибрежной мелководной зоны. Основная среда обитания данного вида — акватории с глубинами до 50 м, обычно со сравнительно небольшим (1–3 км) удалением от береговой линии с достаточно высокими биомассами их основной пищи — бентосных беспозвоночных [Kenyon, 1969; Корнев, Корнева, 2006; Vodkin, 2015; Корнев, 2021].

Очевидно, что благополучие калана связано с обилием объектов питания, которые находятся под постоянным прессом хищников, включая данный вид млекопитающих. Среда обитания калана — мелководная зона до 50 м изобаты может выдержать пресс только определённого числа животных, иными словами только до оптимальной плотности на единицу площади или на 1 км<sup>2</sup>. Такие оптимальные численности в популяциях калана в российской части ареала были нами рассчитаны ранее (табл. 1). Оптимальная плотность в популяциях каланов в российской части ареала составляет  $3.4 \pm 1.0$  особь на 1 км<sup>2</sup> среды обитания, рассчитанная до 50 м изобаты [Корнев, Корнева, 2006]. Также был рассчитан и коэффициент освоённости или заселённости среды обитания ( $K_{oc}$ ) от оптимально возможной для каждого острова или участка побережья для данного вида. Он равен отношению фактической плотности или численности популяции каланов к оптимальной плотности или численности для каждого региона.

$$K_{oc} = \text{Плотность факт.} / \text{Плотность оптим.} \times 100\%$$

Этот расчётный показатель указывает насколько современная численность популяции калана отличается от допустимой и имеется ли резерв в увеличении численности или, наоборот, при переуплотнении следует ожидать неизбежного падения численности.

Численность калана в российской части ареала в 2000-х гг. претерпела значительные изменения (рис. 2).

Во всех популяциях (рис. 1) достигнутая исторически максимальная численность заметно превышала оптимальную, т.е. наблюдался фактор переуплотнения от допустимой оптимальной численности. В связи с этим пищевые ресурсы не могли уже выдержать сверх высокой нагрузки и происходило их оскудение, которое приводило к недостатку в питании и к истощению особей, возникновению болезней. Повышалась миграционная активность и соответственно возрастала смертность в популяции. Каланы были вынуждены перемещаться в поисках корма, часто за границы излюбленных, обычных мест обитания.



Рис. 1. Динамика численности калана в некоторых частях ареала в России (по литературным данным)



Рис. 2. Изменение численности калана в российской части ареала в 2000-х гг.

Сравнение значений максимальной численности для разных популяций на рисунке 1 со значениями оптимальной численности в таблице 1 показало, что они значительно превышают последние, которые, в свою очередь, являются предельно допустимыми.

Другие дополнительные факторы, которые следует расценивать как негативные, например, антропогенные (рыболовство, судоходство, туризм, браконьерство, загрязнение океана и др.), а также природные: потепление климата, влияние ВЦВ, цунами, оскудение ресурсов бентосных организмов, естественные враги — косатка, бурый медведь, будут накладываться на главный лимитирующий фактор — фактор плотности популяции и неизбежно приводить к ухудшению её состояния.

В разных популяциях такие дополнительные факторы оказывают на неё разное по силе воздействие и требуют отдельного изучения. Например, прибрежный лов лососей вначале дрейферными сетями, а затем ставными жаберными сетями на Северных Курилах — в 2000-х гг. способствовал стремительному сокращению численности калана на островах, действуя совокупно с фактором переуплотнения на среду обитания [Корнев, 2023; Корнев, Маршук, 2023].

Таблица 1. Численность калана, рассчитанная по оптимальной плотности на площадь акватории до 50 м изобаты [по: Корнев, Корнева, 2006]

Остров, участок суши	Длина берега (периметр острова), км	S мелководий до 50 м изобаты, км <sup>2</sup>	Численность оптимальная, особей
Южная Камчатка (м. Сивучий – м. Лопатка – б. Асача)	146,6	1503,4	5112
о. Атласова	48,4	48,6	165
о. Шумшу	82,3	1506,3	5121
о. Парамушир	272,5	1513,7	5147
о. Маканруши	28,3	34,9	119
о. Онекотан	111,9	370,2	1259
о. Харимкотан	34,5	105,4	358
о. Шиашкотан	61,9	81,7	278
о. Матуа	30,3	35,3	120
о. Расшуа	35,5	48,6	165
о-ва Среднего		47,3	161
о. Райкоке	7,7	7,4	25
о-ва Ушишир	11,5	47,3	161
о. Кетой	32,8	38,3	130
о. Симушир	160,2	171,9	584
о-ва Чёрные Братья	39,7	23,1	79
о. Уруп	276,6	657,5	2236
о. Итуруп	581,9	1252	4257
о. Кунашир и МКГ	343,4	4914,2	3091
о. Беринга	253,3	960,5	3266
о. Медный	153,8	410,5	1396
Итого			33 228

Таким образом, имеющиеся данные о современном состоянии популяций калана в России показали, что:

- в настоящее время продолжается падение численности калана у большинства популяций в азиатской части видового ареала;
- наблюдается некоторый рост численности на периферии ареала вида (о. Итуруп, Кунашир, МКГ), происходит заселение новых мест, в том числе и у берегов Японии;



- требуется принятие неотложных мер по сохранению вида в уязвимых и многочисленных популяциях, создание охранных прибрежных акваторий на Курильских островах;
- необходимо продолжить мониторинг по изучению причин падения численности, провести единовременный учёт численности вида в 2025–2026 гг.;
- провести съёмки макробентоса в ключевых местах обитания вида в 2025–2028 гг.

## Литература

Корнев С.И. 2021. Калан // Красная книга РФ. Животные. — М.: ВНИИ Экология. — С. 983–984.

Корнев С.И. 2023. Современная численность калана (*Enhydra lutris* L.) на Курильских островах (Шумшу, Парамушир, Уруп) // Сб. ст. XI Междунар. конф. «Морские млекопитающие Голарктики» (1–5 марта 2021 г.). — М.: Совет по мор. млекопитающим. — С. 144–158.

Корнев С.И., Корнева С.М. 2006. Некоторые критерии оценки состояния и динамики популяций калана (*Enhydra lutris*) в российской части ареала // Экологи. — № 3. — С. 190–198.

Корнев С.И., Мариук С.П. 2023. Оценка состояния популяции калана на северных Курильских островах (Шумшу, Парамушир) в 2023 г. // Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей: Мат-лы XXIV Междунар. науч. конф. — Петропавловск-Камч.: Камчатпресс. — С. 233–236.

Марголина А. 2007. Куда исчезают каланы? // Наука и жизнь. — № 8. <https://www.nkj.ru/archive/articles/11377> (дата обращения: 4.09.2024).

Bodkin J.L. 2015. Historic and Contemporary Status of Sea Otters in the North Pacific // S.E. Larson, J.L. Bodkin, G.R. Van Blaricom (Eds.). *Sea Otter Conservation*. — Boston, MA: Academic Press. — P. 43–61. DOI: 10.1016/B978-0-12-801402-8.00003-2

Estes J.A., Burdin A.M., Doak D.F. 2016. Sea otters, kelp forests, and the extinction of Steller's sea cow // PNAS. — Vol. 113. — No. 4. — P. 880–885.

Kenyon K.W. 1969. The sea otter in the eastern Pacific Ocean // North Am. Fauna. — Vol. 68:1. — P. 352.

## РАЗМЕРНО-ВОЗРАСТНОЙ СОСТАВ ЖЕЛТОПЁРОЙ КАМБАЛЫ *LIMANDA ASPERA* (PLEURONECTIDAE) НА ЗАПАДНОКАМЧАТСКОМ ШЕЛЬФЕ

**С.С. Ланивая<sup>\*,\*\*</sup>, Р.Т. Овчеренко<sup>\*</sup>**

<sup>\*</sup>Камчатский филиал Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии (КамчатНИРО), Петропавловск-Камчатский

<sup>\*\*</sup>Камчатский государственный технический университет (КамчатГТУ),  
Петропавловск-Камчатский

*Size-age composition of yellowfin flounder *Limanda aspera* (Pleuronectidae)  
on the West Kamchatka shelf*

**S.S. Lanivaya<sup>\*,\*\*</sup>, R.T. Ovcherenko<sup>\*</sup>**

<sup>\*</sup>Kamchatka Branch of Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography  
(KamchatNIRO), Petropavlovsk-Kamchatsky

<sup>\*\*</sup>Kamchatka State Technical University (KSTU), Petropavlovsk-Kamchatsky

Шельф и верхняя часть материкового склона, прилегающие к западному побережью п-ова Камчатка, являются местообитанием группы видов камбал семейства Pleuronectidae, которые имеют важное промысловое значение. К наиболее массовым представителям семейства западнокамчатского шельфа можно отнести желтопёрую *Limanda aspera* (Pallas), образующую в данной акватории крупные скопления [Моисеев, 1953; Фадеев, 1971]. По результатам учётных работ, выполненных в 2018–2022 гг. в исследуемом районе, этот вид составлял в среднем 6,4% по численности и 8,7% по биомассе от общего количества донных и придонных рыб.

Размерно-возрастной состав является важнейшим элементом структуры популяции рыб, так как может отражать её приспособленность к условиям, в которых она существует [Никольский, 1974]. Вместе с тем, большое значение в изучении размерно-возрастной структуры имеет и тот факт, что данные параметры являются входными при использовании математических моделей для оценки запасов западнокамчатских камбал и желтопёрой, в частности.

Изучению биологии желтопёрой камбалы на шельфе Западной Камчатки посвящены многочисленные публикации [Моисеев, 1953; Тихонов, 1968; Фадеев, 1971; Борец, 1997; Дьяков, 2011; Матвеев, Варкентин, 2023]. Однако несмотря на это, представленная в данной работе информация позволит дополнить и расширить уже имеющиеся опубликованные сведения.

В связи с этим, её целью является характеристика размерно-возрастного состава желтопёрой камбалы в снюрреводных уловах в 2019–2023 гг.

Материалом для настоящей работы послужили данные массовых промеров (МП) и полных биологических анализов (ПБА) желтопёрой камбалы, взятой у побережья Западной Камчатки из промысловых снюрреводных уловов в 2019–2023 гг. в количестве, соответственно, 18174 экз. и 1379 экз. (табл. 1).

Таблица 1. Количество собранных биологических данных по желтопёрой камбале на снюрреводном промысле

Год	МП	ПБА
2019	3367	337
2020	2588	55
2021	5481	419
2022	2952	378
2023	3786	190

При проведении МП измеряли длину по Смитту с точностью до 1 см. Полный биологический анализ включал измерение длины, взвешивание рыбы, определение пола, стадии зрелости половых желёз. В качестве регистрирующей структуры использовали отолиты, по которым возраст определяли стандартными методиками [Chilton, Beamish, 1982; Pentilla, Dery, 1988]. Затем, полученные результаты были использованы для составления размерно-возрастных ключей, с помощью которых рассчитаны возрастные составы желтопёрой камбалы.

Среди представителей рода *Limanda* желтопёрая камбала является наиболее крупным видом. В различных частях ареала её предельные размеры отличаются. Так, например, в тихоокеанских водах Камчатки и северных Курильских о-вов длина этой камбалы достигает 47 см [Моисеев, 1953; Орлов, Токранов, 2014]; в Беринговом море — 49 см [Фадеев, 2005; Золотов, 2008].

В районе наших исследований в 2019 г. в снюрреводных уловах желтопёрая камбала была представлена рыбами длиной от 11 до 45 см со средним размером 28,9 см (рис. 1). Основу уловов составляли особи длиной 25–30 см (47,1%) в возрасте 7–10 лет (51%). В 2020 г. основная промысловая нагрузка пришлась на рыб размером 27–30 см (44,1%) в возрасте 7–10 лет (60,7%).

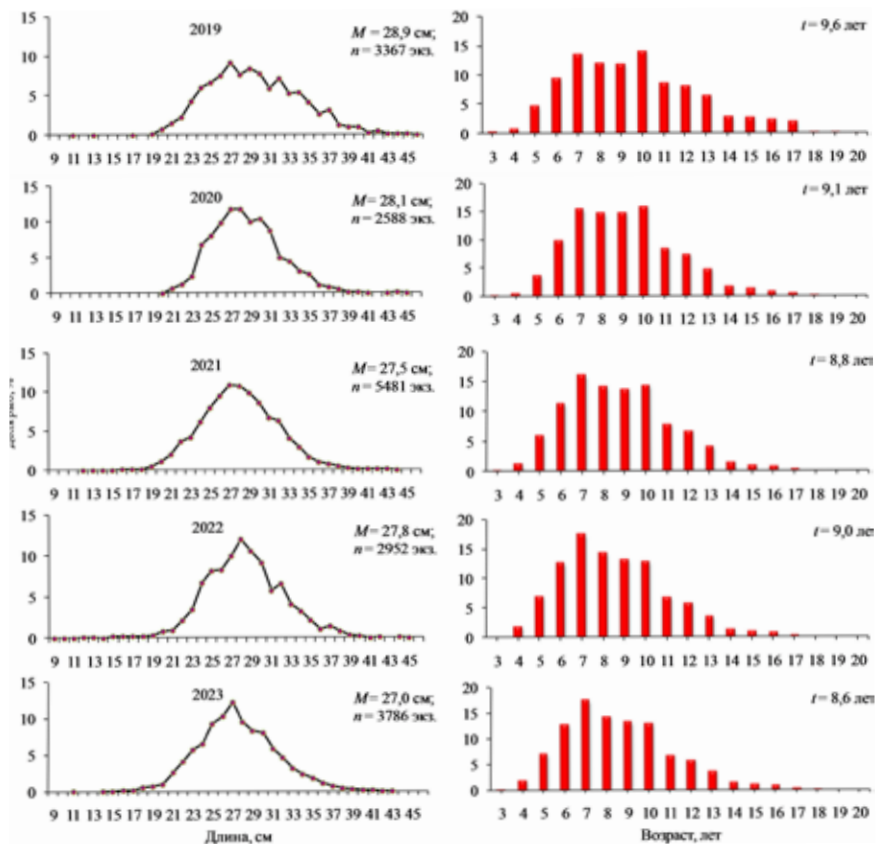


Рис. 1. Межгодовая динамика размерно-возрастного состава желтопёрой камбалы на западнокамчатском шельфе

В последующие годы в уловах увеличилось количество более мелких особей длиной 9–20 см (более 2,0%). Так, в 2021 и 2022 гг. основу уловов составляли рыбы размером 26–29 см (40,9%) и 27–30 см (41,8%) в возрасте 7–10 лет (около 60,0%), соответственно. В 2023 г. встречались рыбы длиной 11–43 см, а доминировали особи 25–28 см (41,3%) в возрасте 7–9 лет (44,9%).

Анализируя размерные составы желтопёрой камбалы в промысловых уловах, отметим следующее. За исследованный период наиболее мелких особей облавливали в 2021–2023 гг., а крупных — в 2019 г. (средняя длина — 28,9 см). Результаты анализа возрастной структуры уловов желтопёрой камбалы позволили выяснить, что в промысловых уловах она представлена чаще

когортами от 5 до 13 лет. Наиболее многочисленными были рыбы 7–10 лет, на долю которых в последние годы приходилось более 50%.

## Литература

Борец Л. А. 1997. Донные ихтиоценозы российского шельфа дальневосточных морей: состав, структура, элементы функционирования и промысловое значение. — Владивосток: ТИНРО. — 217 с.

Дьяков Ю. П. 2011. Камбалообразные дальневосточных морей России. — Петропавловск-Камч.: Изд-во КамчатНИРО. — 428 с.

Золотов А. О. 2008. Особенности размерно-возрастной структуры, линейного роста и полового созревания желтопёрой камбалы *Limanda aspera* Pallas (1814) юго-западной части Берингова моря // Изв. ТИНРО. — Т. 152. — С. 99–113.

Матвеев А. А., Варкентин А. И. 2023. Доминирующие виды донного и придонного ихтиоценоза западнокамчатского шельфа: размерные характеристики // Вестн. КамчатГТУ. — Вып. 64. — С. 53–75. DOI: 10.17217/2079-0333-2023-64-53-75

Моисеев П. А. 1953. Треска и камбала дальневосточных морей // Изв. ТИНРО. — Т. 40. — С. 199–288.

Никольский Г. В. 1974. Теория динамики стада рыб. — М.: Пищевая пром-сть. — 446 с.

Орлов А. М., Токранов А. М. 2014. Распределение, некоторые черты биологии и динамика уловов желтопёрой, четырехбугорчатой, сахалинской и колючей камбал в тихоокеанских водах северных Курильских островов и Юго-Восточной Камчатки // Вестн. Астрахан. гос. техн. ун-та. Сер.: Рыб. хоз-во. — № 3. — С. 29–51.

Тихонов В. И. 1968. Плодовитость желтопёрой камбалы западного побережья Камчатки // Изв. ТИНРО. — Т. 64. — С. 339–346.

Фадеев Н. С. 1971. Биология и промысел тихоокеанских камбал. — Владивосток: Дальиздат. — 98 с.

Фадеев Н. С. 2005. Справочник по биологии и промыслу рыб северной части Тихого океана. — Владивосток: Изд-во ТИНРО-центр. — 365 с.

Chilton D. E., Beamish R. J. 1982. Age determination methods for fishes studied by the groundfish program at the Pacific Biological Station // Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci. — No. 60. — 98 p.

Pentilla J., Dery L. 1988. Age determination methods for North Atlantic species. — NOAA Tech. Rep. NMFS72. — 137 p.

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЭПИМИКРОБИОЦЕНОЗОВ БУРЫХ ВОДОРΟΣЛЕЙ *HEDOPHYLLUM BONGARDIANUM* И *FUCUS DISTICHUS* И МИКРОБИОТА СРЕДЫ ИХ ОБИТАНИЯ В АВАЧИНСКОЙ ГУБЕ (ЮГО-ВОСТОЧНАЯ КАМЧАТКА)

**С. В. Рогатых\***, **И. И. Пархутова\*\***, **Н. Г. Клочкова\***

\*Камчатский филиал Тихоокеанского института географии (КФ ТИГ) ДВО РАН,  
Петропавловск-Камчатский

\*\*Камчатский государственный университет (КамГУ) им. Витуса Беринга,  
Петропавловск-Камчатский

*Characteristics of microbiocenoses Hedophyllum bongardianum and Fucus distichus and  
the microbiota of their habitat in Avacha Bay (South-Eastern Kamchatka)*

**S. V. Rogatykh\***, **I. I. Parkhutova\*\***, **N. G. Klochkova\***

\*Kamchatka Branch of Pacific Geographical Institute (KB PGI) FEB RAS,  
Petropavlovsk-Kamchatsky

\*\*Vitus Bering Kamchatka State University (KamSU), Petropavlovsk-Kamchatsky

Авачинская губа — одна из наиболее крупных и удобных для судоходства, незамерзающих бухт Северо-Востока России. Здесь в недалёком будущем будет функционировать крупный, логистический центр — многофункциональный транзитный порт-хаб для обработки, приёма, перегрузки товаров и перевозки грузов по внутренним и международным линиям, в том числе с использованием трассы Северного морского пути. Здесь же строятся современный рефрижераторный комплекс, причальные сооружения для торгового, промышленного и военного флотов. Такое значительное увеличение транспортной нагрузки, безусловно, увеличит загрязнение этого водоёма. Для определения его способности к самоочищению необходимо изучение процессов химического окисления и биологического потребления органических веществ антропогенной природы, в том числе такого опасного загрязнителя, как нефтепродукты.

Эту функцию в загрязнённых морских акваториях выполняют в первую очередь макро- и микроводоросли, бактерии и грибы, населяющие донные грунты, водную толщу и поверхность макрофитов, на которой они формируют бактериоценозы, представляющие собой бактериальные плёнки.

Изучение вопросов функционирования сообществ макроводорослей и ассоциированных с ними углеводородокисляющих бактерий показывает, что последние преобразуют биогенную органику, в том числе нефтепродукты в более простые соединения, которые используются макрофитами

в ходе органотрофного питания [Пуговкин, 2017]. Процитированный автор показал, что в присутствии бурой водоросли фукус концентрация нефтяных углеводов в водной среде, благодаря углеводоокисляющей деятельности бактерий, снижается на 60–70%.

Проведённое ранее изучение устойчивости видов, входящих в альгофлору Авачинской губы, позволило выделить среди них группу полисапробных и политакозных видов [Клочкова, Березовская, 2001]. Самыми продуктивными из них, формирующими наибольшую площадь поверхности таллома и имеющими наибольший контакт с водной средой, являются представители отдела Ochrophyta, а среди них самыми распространёнными и устойчивыми к антропогенному загрязнению, в том числе к нефтяному и металлическому, оказались *Hedophyllum bongardianum* и *Fucus distichus* [Клочкова, Березовская, 2001; Клочкова др., 2021]. Именно поэтому эти виды были отнесены к наиболее перспективным объектам санитарной марикультуры.

В прикамчатских водах изучение процессов биодеградации загрязняющих веществ представителями ассоциированных с макроводорослями микробных сообществ до сих пор не проводилось. Начав это исследование, авторы поставили своей задачей предварительное определение семейственного состава и самых общих характеристик микробиоты — бактерий и грибов, населяющих воду и грунт Авачинской губы и формирующих эпимикробиоты, ассоциированные с указанными выше видами водорослей. Для этого у побережья Авачинской губы (Юго-Восточная Камчатка), в её кутовой части, в мае 2024 г. были собраны образцы *H. bongardianum* и *F. distichus* и пробы мягкого грунта и воды в местах их произрастания. Десорбцию микробных клеток с поверхности талломов водорослей осуществили методом их механического встряхивания при разной продолжительности и интенсивности этого процесса, а также при помощи вибрационной мешалки и последующего центрифугирования.

Чистые культуры микроорганизмов выращивали путём посева собранного после центрифугирования осадка на питательные среды. В качестве таковых были использованы мясо-пептонный агар (МПА), сульфитный агар и среда Сабуро. МПА представляет собой питательную среду животного происхождения с рН 7,4–7,6, её основой является концентрированный говяжий бульон. Сульфитный агар имеет рН 7,2 и используется для выявления сульфитредуцирующих клостридий — грамположительных анаэробных бактерий, относящихся к группе санитарно-показательных. Среда Сабуро имеет более низкий показатель рН и предназначена для селективного выделения и культивирования дрожжей и грибов, поскольку в её состав входит хлорамфеникол, подавляющий развитие бактерий [Лысак и др., 2015].

Среды засеивали как помещением испытуемого материала в толщу среды, так и путём его разведения по методу Коха, когда посевной материал

вносили в пробирку с расплавленным и охлаждённым до температуры 50 °С мясо-пептонным агаром, перемешивали и затем каплю среды переносили во вторую пробирку с расплавленным МПА, после этого всё её содержимое выливали в стерильные чашки Петри. После затвердения культуральных сред их помещали в термостат при температуре 37 °С на одни сутки [Воробьёв и др., 2022]. После термостатирования сформировавшиеся изолированные колонии идентифицировали методом фиксации мазков с окрашиванием по Граму. Идентификацию микроорганизмов проводили на основании морфологических и физиолого-биохимических признаков [Бусарова, Фролова, 2018]. Для выявления состава микробиоценозов, ассоциированных с бурыми водорослями, был проведён сравнительный анализ состава микроорганизмов, появившихся в посевах материала из морской воды, мягкого донного грунта и смывов поверхностной плёнки с образцов пластин *H. bongardianum* и кустиков *F. distichus*.

Изучение внешнего вида колоний и подготовленных из них препаратов для микроскопирования показало, что на разных питательных средах из материала взятого в пробах воды, грунта и разных видов макроводорослей сформировались разные по текстуре, форме и цвету и микроскопическому строению колонии. Одни из них имели блестящую, гладкую поверхность и маслянистую консистенцию, поверхность других была неблестящей или матовой, шероховатой или складчатой.

Первый тип колоний, имеющий так называемую S-форму (от англ. *smooth* — гладкий) [Лысак и др., 2015], был свойствен колониям бактерий, принадлежащих бактериоценозу, ассоциированному с *F. distichus*. Второй тип — R-форма (от англ. *rough* — грубый, шероховатый) — колониям бактерий, собранных с поверхности пластин *H. bongardianum*. Отдельные сформировавшиеся на питательных средах колонии кроме S и R-форм, имели переходное между ними строение.

Общая характеристика состава микроорганизмов, особенности внешнего вида и внутреннего строения их колоний представлены в таблице 1. Фотографии колоний, появившихся после инкубирования на разных питательных средах микроорганизмов, ассоциированных с водорослями, мягкими грунтами и морской водой, представлены на рисунке 1.

На мясо-пептонном агаре в посевах микробиоценозов, ассоциированных с *H. bongardianum* и *F. distichus*, сформировались грамотрицательные одиночные или выстроенные в цепочки округлые и палочковидные бактерии. При посеве на той же питательной среде материала из мягкого грунта и морской воды из места сбора водорослей кроме бактерий был обнаружен представитель зигомицетов — муковый гриб рода *Mucor*, принадлежащий зигомицетам. Из смывов с талломов фукуса и хедофиллума выросли



такие же, как и на МПА, граммотрицательные одиночные и выстроенные в цепочки бактерии, имеющие форму палочек. Среди колоний, сформировавшихся на среде Сабуро при посеве материала мягкого грунта и воды, был обнаружен представитель рода *Aspergillus* (класс Актиномицеты).

Таблица 1. Характеристика колоний микроорганизмов, ассоциированных с водорослями, мягкими грунтами и морской водой, сформировавшихся на разных питательных средах

Питательная среда	Объект исследования	Морфология	Дополнительные характеристики
Мясо-пептонный агар	<i>Hedophyllum bongardianum</i>	R-форма, ризоидная белая	Плоская, плотная, матовая
	<i>Fucus distichus</i>	S-форма, круглая, белая, с ровным краем	Выпуклая, плотная, глянцевая
	Вода и мягкий грунт с места забора проб	S- и R-формы. Колонии серого цвета, с фестончатым краем	Одиночные бесцветные спорангиеносцы с одним спорангием в виде чёрной сферы
Сульфитный агар	<i>Hedophyllum bongardianum</i>	R-форма, ризоидная белая с фестончатым краем или плёночная, серая	Плоская, плотная, в толще агара – тонкая
	<i>Fucus distichus</i>	S-форма, круглая, чёрная, с ровным краем	В толще агара, быстро срастается в сплошную колонию, интенсивное газообразование с запахом H <sub>2</sub> S
	Вода с места забора пробы	S- и R-формы, плёночная, серая	Складчатая, матовая, плотная
	Мягкий грунт с места забора пробы	S-форма, круглая, белая, с ровным краем	Плоские, плотные, матовые
Питательная среда Сабуро	<i>Hedophyllum bongardianum</i> , <i>Fucus distichus</i>	S-форма. Плёночная, серая, с ровным краем	Плоская, матовая, плотная
	Вода и мягкий грунт с места забора пробы	S-форма. Пушистые или бархатистые округлые пятна, голубовато-зеленого цвета. Базальная часть колоний бесцветная или жёлтая	Колонии рыхлые. Мицелий гриба септированный с редкими перегородками

К моменту проведения микроскопических исследований у аспергиллуса уже сформировались гладкие, неокрашенные конидиеносцы, имеющие в верхней части бутылевидные вздутия с одним рядом фиалид. Зрелые конидии имели шаровидную форму, шиповатую поверхность и были собраны в цепочки с плотной колонкой. Они придавали колонии темно-зеленый цвет.

Сравнительное изучение бактериального населения, ассоциированного с бурыми водорослями, появившегося на питательной среде МПА показало, что оно представлено палочковидными бактериями, разными для фукуса и хедофиллума. Отсутствие в их эпимикробиоценозах грибов *Mucor* и *Aspergillus*, присутствующих на этой же среде среди колоний, выросших при посеве материала, взятого из мягкого грунта и воды, объясняется, скорее всего, тем, что их развитие подавляется полифенолами и флоротаннинами, в значительном количестве входящими в состав метаболитов бурых водорослей [Аминина и др., 2020].

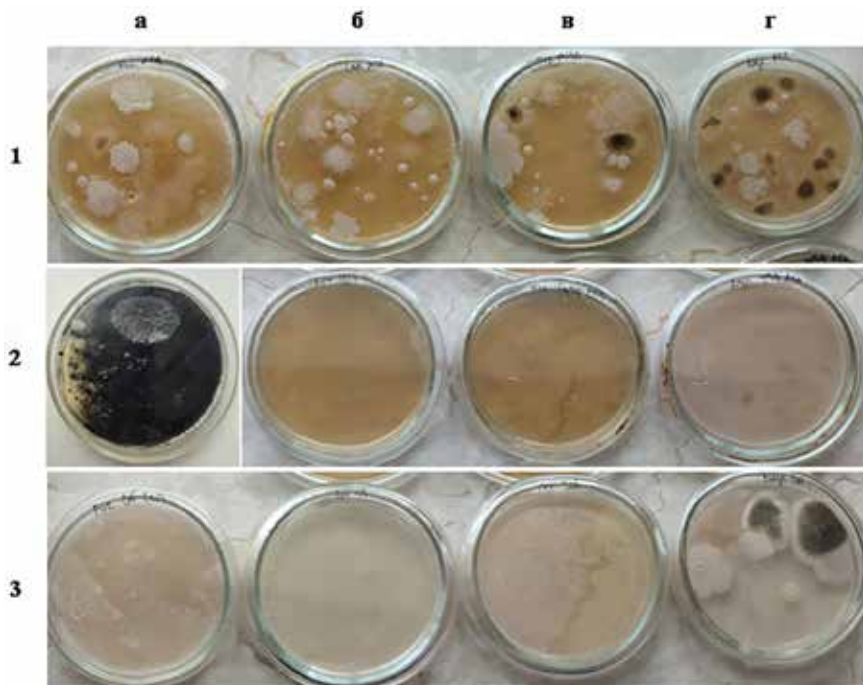


Рис. 1. Внешний вид колоний микроорганизмов, ассоциированных с *Fucus distichus* (а), *Hedophyllum bongardianum* (б), мягкими грунтами (в) и морской водой (г), на разных питательных средах – МПА (1), сульфитном агаре (2), среде Сабуро (3). Тёмные колонии на фотографиях – грибы, светлые – бактерии

Согласно литературным данным, микроорганизмы, растущие в диапазоне низких температур от 5 до 15 °С и прекращающие своё развитие при температуре выше 20 °С, относятся к психрофильным. В другую группу психротрофных бактерий входят виды способные размножаться при температуре 5 °С и ниже независимо от оптимальной температуры для их роста [Margesin et al., 2007]. В холодоумеренных водах Авачинской губы в летний период прибрежные воды не прогреваются выше 16 °С. Уже поэтому и на основе первых полученных нами результатов можно говорить о том, что представители бактериоценозов *F. distichus* и *H. bongardianum* относятся к психрофилам, которые обычно представлены родами *Vibrio*, *Aliivibrio*, *Pseudomonas*, *Achromobacter*, *Aeromonas*, *Alcaligenes*, *Alteromonas*, *Arthobacter*, *Bacillus*, *Clostridium* и др. [Сидоренко, Русакова, 2022]. Поскольку представители этих родов имеют вид палочек, кокков, вибрионов, относятся как к грамотрицательным, так и грамположительным, образующим и не образующим споры, являются как аэробами, так и анаэробами, исходя из полученных нами данных, логично предположить, что мы, скорее всего, имеем дело с психрофильными представителями родов *Pseudomonas*, *Achromobacter*, *Pseudoalteromonas*, *Psychromonas* и *Flavobacterium*. Для более точного их определения необходимо использование молекулярно-биологических методов и сбор материала в районах с меньшей антропогенной нагрузкой и отсутствием фекального загрязнения, которое было обнаружено нами в посевах микроорганизмов на питательную среду сульфатированного агара.

## Литература

- Аминина Н.М., Вишневецкая Т.И., Караулова Е.Н., Енур В.П., Якуш Е.В. 2020. Перспективы использования промысловых и потенциально промысловых бурых водорослей дальневосточных морей в качестве источника полифенолов // Биол. моря. — Т. 46. — № 1. — С. 37–44.
- Бусарова О.Ю., Фролова Н.С. 2018. Микробиология и иммунология. — Уссурийск: ПГСХА. — 130 с.
- Воробьёв А.А., Быков А.С., Бойченко М.Н. 2022. Медицинская микробиология, вирусология и иммунология. — М.: Медицин. информ. агентство. — 704 с.
- Клочкова Т.А., Кашутин А.Н., Климова А.В., Клочкова Н.Г. 2021. Биология развития и экология бурой водоросли *Fucus distichus* в прибрежных водах Камчатки. — Петропавловск-Камчат.: КамчатГТУ. — 128 с.
- Клочкова Н.Г., Березовская В.А. 2001. Макрофитобентос Авачинской губы и его антропогенная деструкция. — Владивосток: Дальнаука. — 238 с.
- Лысак В.В., Желдакова Р.А., Фомина О.В. 2015. Микробиология: практикум. — Минск: БГУ. — 115 с.

Пуговкин Д.В. 2017. Эпифитные бактериоценозы *Fucus vesiculosus* L. Баренцева моря и их роль в деградации нефтяного загрязнения: Автореф. дисс. ... канд. биол. наук. — Мурманск. — 26 с.

Сидоренко М.Л., Русакова Д.А. 2022. Разнообразие психрофильных бактерий и их биотехнологический потенциал (обзор) // Вестн. Томского гос. ун-та. Биол. — № 58. — С. 28–54.

Margesin R., Neuner G., Storey K.B. 2007. Coldloving microbes, plants, and animals — fundamental and applied aspects // Naturwissenschaften. — Vol. 94. — No. 2. — P. 77–99.

## СХОДСТВО ФАУН МОРСКИХ ЛИЛИЙ (ECHINODERMATA: CRINOIDEA) МОРЕЙ РОССИИ

**В.Г. Степанов**

Камчатский филиал Тихоокеанского института географии (КФ ТИГ) ДВО РАН,  
Петропавловск-Камчатский

*Similarity of the fauna of sea lily (Echinodermata: Crinoidea) of the Russian seas*

**V.G. Stepanov**

Kamchatka Branch of Pacific Geographical Institute (KB PGI) FEB RAS,  
Petropavlovsk-Kamchatsky

Морские лилии встречаются во всех окраинных морях России за исключением Белого и Чёрного, а также сильно опреснённого Балтийского моря [Смирнов, 2001, 2013]. В настоящее время в российских водах обнаружено всего 10 видов морских лилий, относящихся к двум отрядам, пяти семействам и девяти родам (табл. 1).

Оценку сходства фаун морских лилий исследуемых районов по видовому составу выполняли посредством кластеризации данных в программе PAST 4.04. В качестве меры сходства использовали коэффициент видового сходства Сёрнсена-Чекановского:

$$K_{se} = \frac{2c}{a + b},$$

где  $a$  — число видов в одном сообществе;  $b$  — число видов в другом сообществе;  $c$  — число видов, общих для двух сообществ. Пределы этого коэффициента от 0 до 1, причём  $K_{se} = 1$  означает полное сходство сообществ (абсолютное совпадение списков), а  $K_{se} = 0$  — что они не имеют ни одного общего вида.

Полученные результаты свидетельствуют, что наиболее сильно отличается фауна морских лилий Охотского моря (табл. 2, рис. 1). Среди всех остальных рассматриваемых районов можно выделить ещё две группы фаун: 1) арктические моря за исключением Восточно-Сибирского и Чукотского (при этом Карское море, море Лаптевых и Центральный полярный бассейн имеют абсолютное сходство); 2) Берингово, Японское, Чукотское и Восточно-Сибирское моря.



Таблица 2. Коэффициенты сходства фаун морских лилий морей России

	Баренцево море	Карское море	Море Лаптевых	Восточно-Сибирское море	Чукотское море	Центральный полярный бассейн	Японское море	Охотское море	Берингово море
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	<b>3</b>								
2	0,67	<b>3</b>							
3	0,67	1,00	<b>3</b>						
4	0,50	0,50	0,50	<b>1</b>					
5	0,50	0,50	0,50	1,00	<b>1</b>				
6	0,67	1,00	1,00	0,50	0,5	<b>3</b>			
7	0,40	0,40	0,40	0,67	0,67	0,40	<b>2</b>		
8	0,20	0,20	0,20	0,25	0,25	0,20	0,44	<b>7</b>	
9	0,40	0,40	0,40	0,67	0,67	0,40	0,50	0,44	<b>2</b>

Примечание. По диагонали указано количество видов для каждого из морей. Снизу от диагонали приведены коэффициенты сходства Сёрнсена-Чекановского.

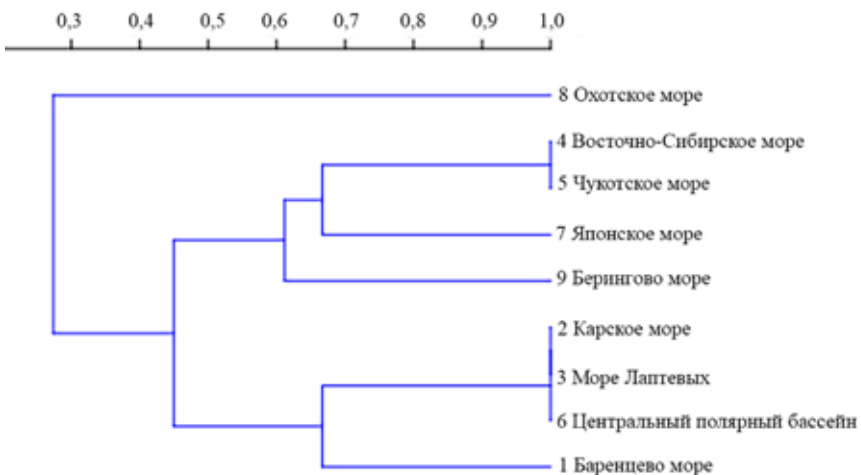


Рис. 1. Дендрограмма видовой сходства фаун морских лилий по коэффициенту Сёрнсена-Чекановского

## Литература

Смирнов А. В. 2001. Список видов свободноживущих беспозвоночных евразийских морей и прилежащих глубоководных частей Арктики // Исслед. фауны морей. — СПб.: ЗИН РАН. — Т. 51. — Вып. 59. — С. 123–124.

Смирнов А. В. 2013. Список видов свободноживущих беспозвоночных дальневосточных морей России // Исслед. фауны морей. — СПб.: ЗИН РАН. — Т. 75. — Вып. 83. — С. 191–195.



## ПИТАНИЕ КАМБАЛ В ВОДАХ ЮЖНОЙ КАМЧАТКИ В ЗИМНЕ-ВЕСЕННИЙ ПЕРИОД 2024 г.

**А.М. Токранов\***, **А.В. Бугай\*\***, **Д.Д. Данилин\***, **А.А. Паскочина\*\***  
\*Камчатский филиал Тихоокеанского института географии (КФ ТИГ) ДВО РАН,  
Петропавловск-Камчатский  
\*\*Камчатский государственный университет (КамГУ) им. Витуса Беринга,  
Петропавловск-Камчатский

*Feeding of the flounders in the waters of Southern Kamchatka  
in winter-spring period of 2024*

**A.M. Tokranov\***, **A.V. Bugay\*\***, **D.D. Danilin\***, **A.A. Paskochina\*\***  
\*Kamchatka Branch of Pacific Geographical Institute (KB PGI) FEB RAS,  
Petropavlovsk-Kamchatsky  
\*\*Vitus Bering Kamchatka State University (KamSU), Petropavlovsk-Kamchatsky

Осенью 2020 г. в прибрежных водах Южной Камчатки и северных Курильских островов сложилась неблагоприятная экологическая обстановка (так называемое вредоносное цветение водорослей или ВЦВ), обусловленная бурным развитием токсичных одноклеточных водорослей рода *Karenia* [Orlova et al., 2022], которая вызвала массовую гибель донных морских организмов в зоне верхней сублиторали [Данилин и др., 2023; Санамян и др., 2023; и др.]. Проведённый на основе статистических данных Росрыболовства анализ информации по вылову камбал показал, что, у юго-восточной оконечности Камчатки и северных Курильских островов их уловы, начиная с 2021 г., значительно снизились [Коростелев, Данилин, 2023]. Поскольку одной из возможных причин такого снижения могло быть ухудшение состояния кормовой базы камбал (прежде всего составляющей здесь основу уловов северной двухлинейной камбалы), нами предпринята попытка исследовать состав их пищи в зимне-весенние месяцы 2024 г.

Исходным материалом для настоящего сообщения послужили результаты анализа содержимого желудочно-кишечных трактов 4 наиболее массовых в промысловых уловах в январе 2024 г. в Охотском море у юго-западной оконечности Камчатки (глубины 71–98 м) и в феврале и апреле в Кроноцком и Камчатском заливах Восточной Камчатки (глубины, соответственно, 147–300 и 125–212 м) видов камбал — желтопёрой *Limanda aspera*, сахалинской *L. sakhalinensis*, северной двухлинейной *Lepidopsetta polyxistra* и узкозубой палтусовидной *Hippoglossoides elassodon*. Рыб брали непосредственно

из снюрреводных уловов промысловых судов и в замороженном виде доставляли в КФ ТИГ ДВО РАН, где в лабораторных условиях выполняли их биологический анализ и стандартным количественно-весовым методом [Методическое пособие..., 1974] анализировали содержимое желудочно-кишечных трактов. Всего исследован состав пищи 323 особей 4 видов камбал, в том числе северной двухлинейной — 137, желтопёрой — 124, узкозубой палтусовидной — 41 и сахалинской — 21 экз.

В период с января по апрель в водах Южной Камчатки в снюрреводных уловах зарегистрировано 8 видов сем. *Pleuronectidae*, наиболее многочисленными из которых у Юго-Западной Камчатки были желтопёрая и северная двухлинейная, а в заливах Восточной Камчатки — северная двухлинейная (табл. 1). В значительно меньших количествах встречались узкозубая палтусовидная, сахалинская камбалы и молодь азиатского стрелозубого палтуса *Atheresthes evermanni*, единично — желтобрюхая *Pleuronectes quadrituberculatus*, звездчатая *Platichthys stellatus* камбалы и малорот Стеллера *Glyptocephalus stelleri*.

Таблица 1. Видовой состав и доля в снюрреводных уловах (в % по численности) камбаловых рыб в водах Южной Камчатки в январе-апреле 2024 г.

Вид	Район			
	Охотское море, январь	Кроноцкий залив, февраль, апрель	Камчатский залив, апрель	В целом
Желтопёрая камбала	71,4	2,6	—	47,5
Сахалинская камбала	7,3	1,7	—	5,2
Северная двухлинейная камбала	16,1	67,6	53,3	32,8
Узкозубая палтусовидная камбала	4,0	16,7	34,3	10,3
Желтобрюхая камбала	0,8	0,9	—	0,7
Звёздчатая камбала	—	0,9	—	0,3
Малорот Стеллера	—	—	3,4	0,3
Азиатский стрелозубый палтус	0,4	9,6	—	2,9
Количество, экз.	273	114	30	417

Результаты анализа состава пищи и степени наполнения желудочно-кишечных трактов 4 наиболее массовых в уловах видов камбал в Охотском море у Юго-Западной Камчатки в январе 2024 г. свидетельствуют, что интенсивность их питания была незначительна, а основными пищевыми объектами для двухлинейной и сахалинской камбал служили различные виды

многощетинковых червей (табл. 2). Кроме них, заметную долю в пище первого из этих видов камбал составляли креветки рода *Pandalus* и молодь минтая *Gadus chalcogrammus*, тогда как у второго — концентрирующиеся в придонных слоях пелагические рачки подотряда *Hyperiidea*.

В отличие от них, доминирующими объектами питания желтопёрой камбалы были креветки рода *Pandalus* и многощетинковые черви, доля которых составила, соответственно, около 61 и 33% массы пищи (табл. 2). Основным пищевым объектом палтусовидной камбале служила исключительно молодь минтая (около 90% по массе), хотя некоторую роль в её пище играли также креветки рода *Pandalus* (табл. 2).

Таблица 2. Состав пищи (в % по массе) наиболее массовых в уловах видов камбал в Охотском море у Юго-Западной Камчатки в январе 2024 г.

Пищевой объект	Вид камбал			
	желтопёрая	сахалинская	двухлинейная	палтусовидная
Polychaeta	33,1	69,7	73,7	0,9
Echiurida	2,3	—	—	—
Gammaridea	0,5	—	0,2	—
Hyperiidea	—	26,8	—	—
Euphausiacea	—	3,5	—	—
Decapoda	60,9	—	12,9	9,3
Pisces	3,2	—	12,8	89,8
Прочие	—	+	0,4	—
Индекс наполнения, ‰	28	44	35	85
Число рыб, экз.	121	19	24	9
Длина рыб, см	21,5–33	18–30	22,5–38	26–38,5

\* Знак «+» означает менее 0,1% по массе.

В Кроноцком заливе интенсивность питания как двухлинейной, так и палтусовидной камбал в феврале 2024 г. была также невелика (табл. 3). Основными пищевыми объектами первому из этих видов служили многощетинковые черви (преимущественно крупные особи рода *Nephtys*), тогда как второму — мелкие брюхоногие моллюски, доля которых достигала почти 77% по массе. В апреле, по мере завершения нереста, половозрелые особи двухлинейной камбалы начали активно питаться, в связи с чем индекс наполнения их желудочно-кишечных трактов резко увеличился, но основными пищевыми объектами всё так же служили многощетинковые черви, относительное значение которых

в пищу достигало 78% по массе (табл. 3). Поскольку в Камчатском заливе большинство исследованных экземпляров этой камбалы уже отнерестились, индекс наполнения их желудочно-кишечных трактов ещё более увеличился и составил в среднем 188 ‰. Однако здесь в составе пищи двухлинейной камбалы доминирующую роль, как и у Юго-Восточной Камчатки и северных Курильских островов в конце 1990-х гг. [Лабай, Бирюков, 2001], играли бокоплавцы сем. Ampeliscidae и Lysianassidae (табл. 3). Палтусовидная камбала в апреле в Кроноцком заливе потребляла преимущественно десятиногих ракообразных (молодь краба-стригуна опилио *Chionoecetes opilio* и креветок рода *Pandalus*), а в Камчатском заливе — двусторчатых моллюсков (табл. 3).

Таблица 3. Состав пищи (в % по массе) двухлинейной и палтусовидной камбал в заливах Восточной Камчатки в феврале и апреле 2024 г.

Пищевой объект	Двухлинейная камбала			Палтусовидная камбала		
	Кроноцкий залив		Камчатский залив	Кроноцкий залив		Камчатский залив
	февраль	апрель	апрель	февраль	апрель	апрель
Polychaeta	75,2	78,0	0,8	—	—	17,7
Priapulida	—	15,2	—	—	—	—
Gammaridea	6,5	6,7	95,3	—	2,9	12,5
Decapoda	5,8	—	0,5	8,7	95,0	7,3
Bivalvia	12,0	0,1	3,4	—	—	62,5
Gastropoda	—	—	—	76,9	—	—
Pisces				8,4	2,1	—
Прочие	0,5	—	—	6,0	—	—
Индекс наполнения, ‰	37	101	188	18	48	4
Число рыб, экз.	56	21	16	10	9	13
Длина рыб, см	22,5–43	23–36	24–36	19–29	20–38,5	21–37

Имеющиеся в литературе данные о составе пищи двухлинейной камбалы в зимне-весенние месяцы в Кроноцком и Камчатском заливах в конце 1960-х гг. [Золотарёва, 1972], позволяют сравнить с ними полученные нами результаты. Если в конце 1960-х гг. основными объектами питания этой камбалы в январе в Кроноцком заливе были бокоплавцы (60,2% по массе), то в феврале 2024 г. — многощетинковые черви (75,2% по массе) (рис. 1). Обращает на себя внимание также тот факт, что ранее в зимний период более

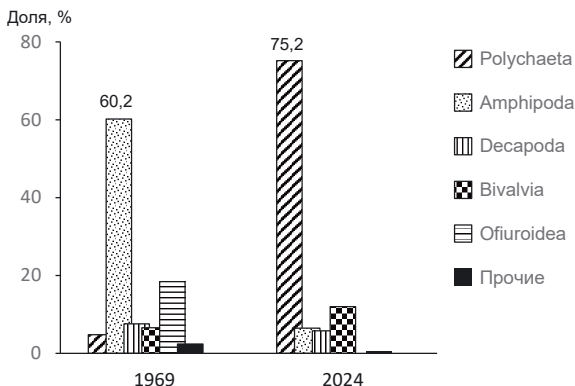


Рис. 1. Состав пищи (в % по массе) северной двухлинейной камбалы в Кроноцком заливе в январе 1969 г. (n = 98) и феврале 2024 г. (n = 56) (здесь и на рис. 2 цифрами над столбиками обозначено значение доминирующего пищевого компонента)

18% по массе в пище занимали офиуры, тогда как в 2024 г. в желудочно-кишечных трактах они не были обнаружены вовсе. Зато почти в два раза (с 6,6 до 12,0% по массе) возросло потребление двустворчатых моллюсков (главным образом *Nuculana pernula*). Если в 1960-е гг. в Камчатском заливе многощетинковые черви и бокоплавы имели в рационе двухлинейной камбалы примерно равное значение (соответственно, 45,2 и 49,9% по массе) (рис. 2), то в настоящее время доля первых из них составляет менее 1% по массе, тогда как вторые абсолютно доминируют в составе пищи (95,3% по массе). Использование же в пищу двустворчатых моллюсков осталось почти на том же уровне (соответственно, 4,5 и 3,4% по массе) (рис. 2).

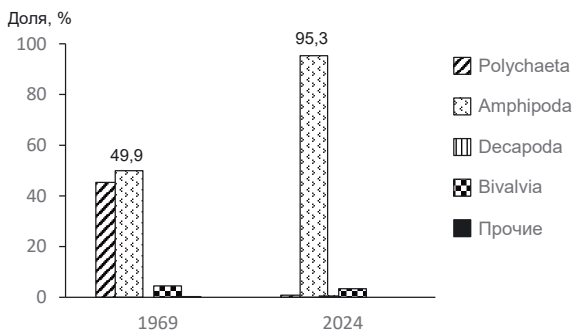


Рис. 2. Состав пищи (в % по массе) северной двухлинейной камбалы в Камчатском заливе в мае 1969 г. (n = 250) и апреле 2024 г. (n = 16)

Однако, согласно данным Е.П. Золотарёвой [1972], даже в смежные годы в водах Юго-Восточной Камчатки, в том числе в Кроноцком заливе, в весенний период значение отдельных групп кормовых объектов в составе пищи северной двухлинейной камбалы может варьировать в 2–3 раза и более, что, вероятно, обусловлено местом её нагула или колебаниями численности кормовых организмов. Как установлено ранее [Коростелев, 1998, 2000], при недостатке в районе нагула таких ракообразных как бокоплавы, кумовые и равноногие, служащих в заливах Восточной Камчатки северной двухлинейной камбале основной пищей, она переходит на потребление многощетинковых червей и плоского морского ежа. Это позволяет ей избегать напряжённых пищевых отношений с другими рыбами-бенитофагами.

Полученные нами данные о составе пищи камбал (прежде всего северной двухлинейной) в зимне-весенний период 2024 г. в Охотском море у юго-западной оконечности Камчатки, а также в Камчатском и Кроноцком заливах Восточной Камчатки свидетельствуют об определённых изменениях в настоящее время видового состава потребляемых ими организмов. Преобладание в рационе северной двухлинейной камбалы в апреле в Кроноцком заливе преимущественно многощетинковых червей, возможно, обусловлено недостатком в районе нагула таких традиционных объектов питания как бокоплавы, кумовые и равноногие раки, служащих ей основной пищей [Коростелев, 1998, 2000]. Поэтому считаем, что следует продолжить данные исследования, попытавшись собрать и проанализировать материал по питанию камбал из Авачинского залива, а также прибрежных вод Юго-Восточной Камчатки и северных Курильских островов, где ВЦВ оказало наибольшее воздействие на выживание и численность донных гидробионтов.

Авторы выражают благодарность генеральному директору ООО «Камчаттралфлот» Владимиру Викторовичу Котову и экипажам промысловых судов СТР «Чистый», СТР «Казакевичи» и СТР «Святой Николай» за предоставление для изучения питания выловленных в Охотском море и в заливах Восточной Камчатки камбал, а также инженеру КФ ТИГ ДВО РАН Н.С. Цирковой за помощь в проведении их биологического анализа.

## Литература

Данилин Д.Д., Жигадлова Г.Г., Коростелев С.Г., Самаян К.Э., Самаян Н.П., Токранов А.М. 2023. Динамика бентосных сообществ верхней сублиторали Юго-Восточной Камчатки после вредоносного цветения водорослей (ВЦВ) осенью 2020 г. // Геосистемы Северо-Восточной Азии: природные, природно-ресурсные и социально-экономические структуры. — Владивосток: ТИГ ДВО РАН. — С. 23–27. DOI: 10.35735/9785604844175\_23

Золотарёва Е.П. 1972. Питание двухлинейной камбалы у восточного побережья Камчатки // Мат-лы II конф. молодых учёных и специалистов Камчатки (июнь 1970). — Петропавловск-Камч.: Камч. отд. ДВ книжн. изд-ва. — С. 58–72.

Коростелев С.Г. 1998. Питание и пищевые взаимоотношения экологически близких видов камбал (Pleuronectidae) Авачинского залива // Исслед. биол. и динамики численности промысл. рыб Камч. шельфа. — Петропавловск-Камч.: КамчатНИРО. — Вып. IV. — С. 57–63.

Коростелев С.Г. 2000. Питание и пищевые взаимоотношения промысловых видов камбал (Pleuronectidae) Кроноцкого залива // Исслед. вод. биол. ресурсов Камчатки и сев.-зап. части Тихого океана. — Петропавловск-Камч.: КамчатНИРО. — Вып. V. — С. 27–34.

Коростелев С.Г., Данилин Д.Д. 2023. Влияние вредоносного цветения водорослей осенью 2020 г. на состояние запасов камбал на шельфе тихоокеанского побережья Камчатки и северных Курильских островов // Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей: Мат-лы XXIV Междунар. науч. конф. — Петропавловск-Камч.: Камчатпресс. — С. 193–196. DOI: 10.17217/2079-0333-2023-63-22-44

Лабай В.С., Бирюков И.А. 2001. Питание двухлинейной камбалы *Lepidopsetta poluxustra* в тихоокеанских водах северных Курильских островов и у юго-восточной оконечности Камчатки в зимний период 1997 года // Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей: Сб. мат-лов II науч. конф. — Петропавловск-Камч.: Камшат. — С. 177–179.

*Методическое пособие* по изучению питания и пищевых отношений рыб в естественных условиях. — М.: Наука, 1974. — 254 с.

Санамян Н.П., Коробок А.В., Санамян К.Э. 2023. Качественная оценка последствий влияния вредоносного цветения водорослей осенью 2020 года у побережья Юго-Восточной Камчатки (Северо-Западная Пацифика) на мелководные бентосные сообщества // Вестн. КамчатГТУ. — Вып. 63. — С. 45–65. DOI: 10.17217/2079-0333-2023-63-22-44

Orlova T. Yu., Aleksanin A.I., Lepskaya E.V., Efimova K.V., Selina M.S., Morozova T.V., Stonik I.V., Kachur V.A., Karpenko A.A., Vinnikov K.A., Adrianov A.V., Iwatari M. 2022. A massive bloom of *Karenia* species (Dinophyceae) off the Kamchatka coast, Russia, in the fall of 2020 // Harmful Algae. — Vol. 120. — Article 102337. DOI: 10.1016/j.hal.2022.102337

## РАСПРЕДЕЛЕНИЕ, ЗАПАС И ПРОМЫСЕЛ СЕВЕРООХОТОМОРСКОГО МИНТАЯ В ВОДАХ ЗАПАДНОЙ КАМЧАТКИ В 2021–2023 гг.

**А.Ю. Шейбак\***, **А.А. Смирнов\*\***,\*\*\*

\*Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии,  
(ВНИРО), Москва

\*\*Северо-Восточный государственный университет (СВГУ), Магадан

\*\*\*Дагестанский государственный университет (ДГУ), Махачкала

*Distribution, stock and fishery of the North Okhotsk Sea pollock in the waters  
of Western Kamchatka in 2021–2023*

**A. Yu. Sheibak\***, **A. A. Smirnov\*\***,\*\*\*

\*Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography (VNIRO), Moscow

\*\*North-Eastern State University (SVSU), Magadan

\*\*\*Dagestan State University (DSU), Makhachkala

В последнее время объём добычи тихоокеанского минтая *Gadus chalcogrammus*, Pallas 1814 в России достигает 30% от мирового вылова. В северной части Охотского моря в 2021–2023 гг. освоение выделенных объёмов этого вида в среднем составляло 1037 тыс. т, из которых на воды Западной Камчатки (Западно-Камчатская и Камчатско-Курильская промысловые подзоны) приходилось 588 тыс. т. Преимущественно добыча минтая ведётся с помощью разноглубинных тралов, конструкция которых позволяет минимизировать прилов особей непромыслового размера, за исключением работы промысловых судов на смешанных скоплениях, в которых преобладают мелкоразмерные особи [Варкентин и др., 2021]. Ежегодные ресурсные исследования, проводимые ВНИРО в весенний период в северной части Охотского моря, позволяют оценить современное состояние численности и биомассы запаса минтая [Шейбак и др., 2022].

Целью данного исследования является оценка влияния промысла минтая на состояние его запаса у Западной Камчатки в 2021–2023 гг.

Материалом для исследования послужили биостатистические данные, собранные во время проведения научных траловых съёмов на НИС «Профессор Кагановский» по стандартной сетке станций, и научными наблюдателями на промысловых судах в период зимне-весеннего промысла минтая (сезон «А») в северной части Охотского моря в 2021–2023 гг. (рис. 1).

Сбор и анализ материалов выполняли по стандартным методикам, принятым в ихтиологических исследованиях [Правдин, 1966]. Общее количество



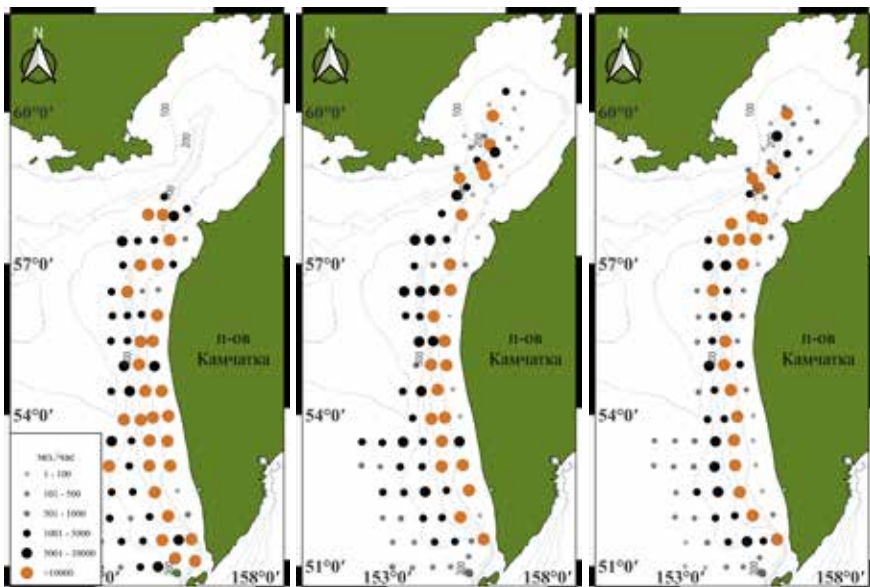


Рис. 1. Пространственное распределение половозрелого минтая у Западной Камчатки по результатам научных траловых съемок в апреле 2021–2023 гг.

проанализированных особей составляет 103 791 экз. При проведении ресурсных исследований облов скоплений минтая выполнялся с помощью разноглубинного трала РТ/ТМ 80/396, в кутце которого расположена вставка из дели с размером ячеек  $10 \times 10$  мм, позволяющей улавливать мелкоразмерных особей. Промысел минтая велся разноглубинными тралами отечественных и западных конструкций. Для расчёта промыслового запаса и общего допустимого улова применялась математическая когортная модель «Синтез» [Ильин и др., 2014].

Уловы половозрелого минтая в водах у Западной Камчатки в рассматриваемый период варьировали от 2 (2022 г.) до 155 692 (2023 г.) экз./час траления и от 0,2 (2022 г.) 50 960 (2021 г.) кг/час (табл. 1). При этом в 2021 г. средний улов на час траления был наибольшим, составляя  $16743 \pm 2878$  экз. и  $6716 \pm 1213$  кг. В 2022 и 2023 гг. средние уловы находились, примерно, на одном уровне.

Как видно на рисунке 1, в апреле половозрелые особи преимущественно находились над шельфовой зоной (глубины 70–180 м). Однако в 2023 г. на глубинах менее 100 м уловы были незначительными. В северной части Западно-Камчатской промысловой подзоны (залив Шелихова) плотные концентрации минтая расположены над глубоководным жёлобом (глубины более 200 м),

Таблица 1. Параметры уловов половозрелого минтая у Западной Камчатки по данным научных траловых съёмок в апреле 2021–2023 гг.

Год	Улов, экз./час			Улов, кг/час		
	min	max	ever	min	max	ever
2021	68	97 495	16 743 ± 2 878	18,6	50 960	6 716 ± 1 213
2022	2	105 347	14 227 ± 2 643	0,2	43 800	5 417 ± 987
2023	12	155 692	14 378 ± 3 064	2,7	41 580	4 530 ± 900

Примечание: min – минимум; max – максимум; ever – среднее.

что связано с особенностями нерестовой миграции минтая в мелководную часть залива, которая проходит в тёплых океанических водах восточной ветви Западнокамчатского течения.

Анализ биостатистических данных, собранных во время научных траловых съёмок, указывает на то, что в промысловый запас минтая в водах Западной Камчатки входили особи длиной от 27 до 80 см, при средней длине 45 см (рис. 2). При этом модальную группу во все рассматриваемые годы составлял минтай длиной от 39 до 49 см (в 2021 г. — 71,9%, в 2022 г. — 76,3% и в 2023 г. — 75,6%).

Общий размерный состав минтая в промысловых уловах варьировал от 12 до 86 см, при средней длине 44 см. Модальную размерную группу в уловах, так же как и в промысловом запасе, во все годы исследований составляли особи длиной 39–45 см (в 2021 г. — 59,7%, в 2022 г. — 52,7% и в 2023 г. — 53,5%).

Доля прилова минтая непромыслового размера (менее 35 см) была невысокой и не превышала разрешённых Правилами рыболовства для Дальневосточного рыбохозяйственного бассейна 20%, составляя в 2021 г. 10,1%, в 2022 г. — 11,2%, а в 2023 г. — 7,9%.

В 2021 г. промысловый запас, рассчитанный с помощью когортной модели «Синтез», составлял 4234 тыс. т (рис. 2). В то же время суммарный ОДУ для западнокамчатских подзон составил 678,5 тыс. т, что соответствует 16% от промыслового запаса. В 2022 г. промысловый запас снизился на 131,6 тыс. т от аналогичной величины 2021 г., составив 4102 тыс. т. При этом рассчитанный ОДУ также снизился до 611,8 тыс. т, но находился на уровне 15% от промыслового запаса. В 2023 г. величина промыслового запаса была наименьшей за рассматриваемый период — 3680 тыс. т, соответственно и ОДУ снизился до минимального уровня — 574,1 тыс. т, что составило 16% от промыслового запаса. При этом освоение ОДУ минтая во все рассматриваемые годы был на уровне 90%.

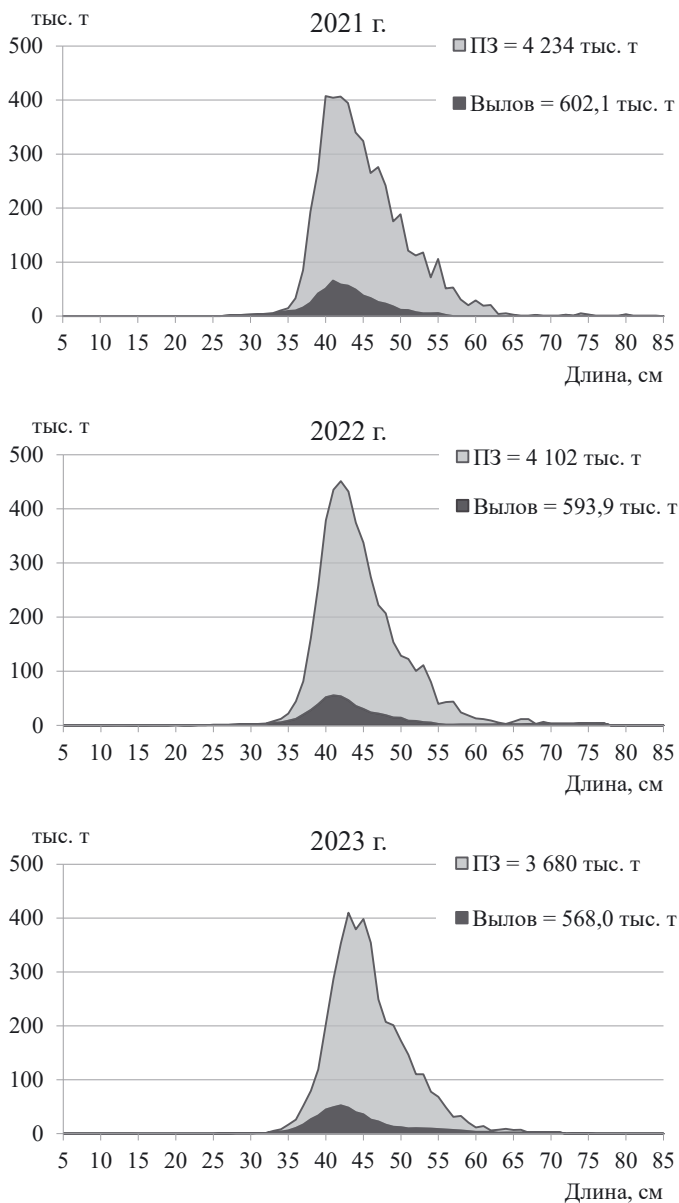


Рис. 2. Размерная структура минтая у Западной Камчатки в 2021–2023 гг. (ПЗ – промысловый запас)

Представленная динамика промыслового запаса была обусловлена низкой численностью в общем запесе в 2021–2023 гг. особой размером от 30 до 40 см, относящихся к ближнему пополнению промыслового запаса, а также естественной и промысловой смертностью [Антонов и др., 2022, 2024; Шейбак, Смирнов, 2023, 2024]. Однако, несмотря на снижение объёма промыслового запаса минтая на протяжении трёх лет, общее его состояние оставалось на высоком уровне, что позволяло осваивать выделенные объёмы практически полностью и без негативного влияния на него.

Таким образом, полученные результаты исследования указывают на эксплуатацию промыслом в большей степени средне- и крупноразмерного минтая длиной 39–45 см, что может свидетельствовать об отсутствии в рассматриваемый период негативного антропогенного влияния на общее состояние его промыслового запаса у Западной Камчатки. Межгодовая динамика промыслового запаса в большей степени зависела от естественных причин, а именно, от появления поколений различного уровня численности. Современная стратегия эксплуатации запаса североохоотоморского минтая позволяет сохранять промысловый запас на достаточно высоком уровне.

## Литература

Антонов Н.П., Кузнецова Е.Н., Емелин П.О. 2022. Минтай Охотского моря: история промысла и современное состояние // Тр. ВНИРО. — Т. 189. — С. 120–133.

Антонов Н.П., Кузнецова Е.Н., Шейбак А.Ю. 2024. Состояние запаса и промысел минтая *Gadus chalcogrammus* в северной части Охотского моря // Рыб. хоз-во. — Т. 1. — С. 48–54.

Варкентин А.И., Малых К.М., Ильин О.И. 2021. Некоторые данные о селективности промысла минтая разноглубинными тралами в северо-восточной части Охотского моря, в тихоокеанских водах, прилегающих к Камчатке и Северным Курильским островам // Вопр. рыболовства. — Т. 22. — № 2. — С. 93–109.

Ильин О.И., Сергеева Н.П., Варкентин А.И. 2014. Оценка запасов и прогнозирование ОДУ восточнокамчатского минтая (*Theragra chalcogramma*) на основе предосторожного подхода // Тр. ВНИРО. — Т. 151. — С. 62–74.

Правдин И.Ф. 1966. Руководство по изучению рыб. — М.: Пищ. пром. — 376 с.

Шейбак А.Ю., Антонов Н.П., Кузнецова Е.Н. 2022. Состояние и структура запаса минтая в Охотском море в 2011–2020 гг. // Тр. ВНИРО. — Т. 187. — С. 71–86.

Шейбак А.Ю., Смирнов А.А. 2023. Основные биологические характеристики минтая в северо-восточной части Охотского моря в апреле 2023 г., как индикатор рационального природопользования // Мат-лы IV Всерос. (Нац.) науч.-практ. конф. «Современные проблемы экологии и природопользования». — Пенза. — С. 113–116.

Шейбак А.Ю., Смирнов А.А. 2024. Репродуктивная структура североохоотоморского минтая *Gadus chalcogrammus* (Gadidae), как индикатор состояния запаса // Тр. XII Междунар. науч.-практ. конф. «Морские исследования и образование (MARESEDU-2023)». — Т. III (IV). — С. 389–393.



**НАУЧНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ  
И МОНИТОРИНГ  
НА ОСОБО ОХРАНЯЕМЫХ  
ПРИРОДНЫХ ТЕРРИТОРИЯХ**

**ОСТРОВ КРАШЕНИННИКОВА  
(АВАЧИНСКИЙ ЗАЛИВ, ЮГО-ВОСТОЧНАЯ КАМЧАТКА) –  
МОРСКАЯ КЛЮЧЕВАЯ ОРНИТОЛОГИЧЕСКАЯ ТЕРРИТОРИЯ  
МЕЖДУНАРОДНОГО ЗНАЧЕНИЯ**

**Ю.Б. Артюхин**

Камчатский филиал Тихоокеанского института географии (КФ ТИГ) ДВО РАН,  
Петропавловск-Камчатский

*Krashennnikov Island (Avachinsky Gulf, South-Eastern Kamchatka) — marine Important  
Bird Area of international importance*

**Yu. B. Artukhin**

Kamchatka Branch of Pacific Geographical Institute (KB PGI) FEB RAS,  
Petropavlovsk-Kamchatsky

Остров Крашенинникова, расположенный в северной части Авачинского залива, служит местом гнездования морских колониальных птиц, видовой состав и численность которых известны по результатам двух учётов, выполненных П.С. Вяткиным [1986, 2000] с моторной лодки в 1983 и 1995 гг. Чтобы оценить современное состояние колоний, 6 и 7 июня 2024 г. мы приняли участие в выезде комплексной группы специалистов филиала, в ходе которого провели наблюдения за птицами на острове и в окружающей его акватории. Экспедиция проходила на борту маломерного судна «Ларус» (ООО «Подводсервис»).

При обследовании острова 7 июня с 8:30 до 13:00 ч мы осмотрели с воды и с суши ограниченный с двух сторон непропусками северный участок побережья, после чего обогнули остров на судне, подробно фотографируя все гнездовья на берегу (камера Nikon D600 с зум-объективом AF-S Nikkor 70–200/2.8 и телеконвертором TC-14E) и попутно учитывая птиц, находившихся в это время на воде в прибрежной зоне. В дальнейшем на «склеенных» панорамах отдельных участков на мониторе определили количество птиц на всём острове. Бакланов учитывали по хорошо заметным гнёздам, но без разделения на виды, так как дистанция съёмки не обеспечила полную достоверность их идентификации на фотографиях. Все гнездовые постройки тихоокеанских чаек среди травянистых зарослей невозможно увидеть в бинокль или на снимках, поэтому для определения их численности в парах общее число учтённых особей умножали на коэффициент 0,75, как это принято при мониторинге колоний данного вида [Зеленская, 2021; Артюхин, 2022]. Для всех видов чистиковых, следуя методике П.С. Вяткина [1986, 2000], количество учтённых особей мы условно

принимали за число размножающихся пар. Население птиц в окружающей акватории исследовали 6 и 7 июня на переходах между островом, м. Налычева и бух. Бечевинской, применяя трансектные учёты [Gould, Forsell, 1989]. Общая протяжённость трансект составила 47,0 км, их площадь — 14,1 км<sup>2</sup>, суммарная продолжительность учётов — 3,2 час.

Беринговые и краснолицые бакланы гнездились на скальных обрывах на юге и западе о. Крашенинникова в количестве от 1 до 56 пар, в среднем 16,4 пары в поселении (SE = 5,9; n = 10). Точное соотношение двух видов в колониях не установлено, но на учётных трансектах преобладали *Ph. urile* (83,6%). Межгодовая динамика суммарной численности бакланов (табл. 1) отражает скорее характерную для этих птиц частую смену пунктов размещения гнездовий [Артюхин, 2022], чем реальные изменения в состоянии локальной группировки Авачинского залива.

Тихоокеанская чайка оказалась самой многочисленной из гнездящихся на острове видов — более 6,5 тыс. пар, что в 2,2 и 2,6 раза больше, чем было в 1983 и 1995 гг., соответственно (табл. 1). Её колонии расположены главным образом в южной половине острова, которая менее доступна для медведей *Ursus arctos*, разоряющих гнёзда птиц во время регулярных посещений острова [Kondratyev et al., 2000]. Чайки селятся на крутых задернованных склонах, на скальных выступах и площадках от подножья обрывов до кромки древесной растительности на вершине острова. Высокая численность колонии обеспечила этому виду второе место в населении птиц окружающей акватории с долей 20,3% от общей плотности распределения (табл. 2). Увеличение численности, возможно, объясняется исчезновением с острова пары белоплечих орланов *Haliaeetus pelagicus*, гнездование которых отмечали в период предыдущих учётных работ, в частности в 1995 г. (А.М. Бурдин, личное сообщение). В 2024 г. размножающихся орланов на острове определён не было, мы видели только одну отдохавшую на косе непопозрелую птицу. Основанием для такого предположения служат результаты наблюдений на о. Завьялова в Тауйской губе Охотского моря, где хищничество гнездящихся орланов является важным фактором, сдерживающим рост колоний тихоокеанских чаек [Зеленская, 2021].

Из 88 учётных тихоокеанских чистиков мы наблюдали до 72 особей одновременно в поле зрения в первой половине дня в бухточке на северо-восточной оконечности острова (к западу от мыса с кекурами), где на лайду спускаются крупноглыбовые осыпи — излюбленные гнездовые станции этого вида. Среди них был замечен чистик с полностью редуцированными белыми зеркалами на крыльях, что указывает на его принадлежность к курильской форме *snowi* в отличие от остальных птиц, относящихся к номинативному подвиду.



Таблица 1. Численность морских колониальных птиц, гнездящихся на о. Крашенинникова (пары)

Вид	Дата учёта		
	22.06.1983	8.08.1995	7.06.2024
Берингов баклан <i>Phalacrocorax pelagicus</i>	150	–	–
Краснолицый баклан <i>Phalacrocorax urile</i>	400	130	–
Баклан неопределённый <i>Phalacrocorax</i> spp.	–	–	164
Тихоокеанская чайка <i>Larus schistisagus</i>	3000	2500	6532
Тихоокеанский чистик <i>Sephus columba</i>	20	15	88
Ипатка <i>Fratercula corniculata</i>	10	12	1
Топорок <i>Lunda cirrhata</i>	200	2000	500
Все виды	3780	4657	7285

Таблица 2. Плотность распределения морских птиц в акватории о. Крашенинникова по результатам трансектных учётов 6 и 7 июня 2024 г. (особей/км<sup>2</sup>)

Вид	М	SE
Американская синьга <i>Melanitta americana</i>	0,95	0,66
Берингов и краснолицый бакланы <i>Phalacrocorax pelagicus</i> , <i>Ph. urile</i>	0,78	0,31
Тихоокеанская чайка <i>Larus schistisagus</i>	3,71	0,70
Моевка <i>Rissa tridactyla</i>	0,21	0,11
Тонкоклювая и толстоклювая кайры <i>Uria aalge</i> , <i>U. lomvia</i>	1,12	0,31
Тихоокеанский чистик <i>Sephus columba</i>	1,77	1,02
Старик <i>Synthliboramphus antiquus</i>	1,40	0,95
Топорок <i>Lunda cirrhata</i>	8,37	2,53
Все виды	18,30	3,31

При проведении учётов на острове мы не зарегистрировали ни одной ипатки. Однако к вечеру 7 июня на пути в бух. Бечевинскую видели пару птиц, сидевших на воде за границей учётной полосы, поэтому не включили их в результаты трансектных учётов (табл. 2), но предположительно причислили к птицам, гнездящимся на острове (табл. 1).

В результате визуальных учётов на острове попали 82 особи топорков, которые держались исключительно на плаву вдоль берега. Вместе с тем в окружающей акватории, особенно на трансектах между островом и бух. Бечевинской, этот вид доминировал в населении птиц с долей в 45,7% (табл. 2). Исследуя фотографии поверхности, мы обнаружили на склонах

несколько грунтовых площадок с разреженным травянистым покровом, на которых видны норы топорков, и по ним оценили экспертную численность вида на острове в 500 пар (табл. 1).

По нашему мнению, межгодовая разница количественных показателей у всех трёх видов чистиковых (табл. 1) в значительной мере вызвана методическими причинами, так как каждый из них помимо скрытного гнездования имеет видоспецифичные ритмы активности, зависящие от времени суток и стадии репродуктивного цикла [Артюхин, 2022]. Поэтому результаты учётов, полученные при кратковременных экспедиционных обследованиях колоний данных видов, следует применять с большой осторожностью для оценки динамики их состояния.

Помимо морских птиц во время пешего обследования северного участка побережья мы наблюдали активно беспокоящегося сапсана *Falco peregrinus* и ряд воробьиных птиц (гнездовую пару восточных чёрных ворон *Corvus orientalis*, две пары камчатских трясогузок *Motacilla lugens*, поющих самцов соловья-красношейки *Calliope calliope* и сибирского горного вьюрка *Leucosticte arctoa*), а на воде вдоль берега насчитали 9 особей каменушек *Histrionicus histrionicus*.

Таким образом, в сравнении с предыдущими данными [Вяткин, 1986, 2000] видовой состав гнездящихся морских колониальных птиц на о. Крашенинникова остался прежним, но общая численность увеличилась за счёт её роста у тихоокеанской чайки. В настоящее время колония этого вида на острове включает 3,2% мировой популяции, величина которой вместе с неполовозрелыми птицами оценивается в 410 тыс. особей. Исходя из критериев, разработанных Международным советом по охране птиц (BirdLife International), о. Крашенинникова с прилегающей акваторией заслуживает статуса морской ключевой орнитологической территории международного значения с включением её в соответствующий каталог [Артюхин, 2016]. Ниже приводится описание этой новой территории по стандартам, принятым в данном издании.

**Название.** Остров Крашенинникова (Krasheninnikova Island).

**Описание.** Средние координаты — 53°12'59" N, 159°32'43" E; площадь акватории — 10,3 тыс. га.

Остров находится у юго-восточного побережья Камчатки в северной части Авачинского залива в 1,5 км к югу от устья р. Островной и представляет собой горную гряду, ориентированную в субмеридиональном направлении. Высота острова — 212 м над ур. м., максимальная длина — 1,8 км, поперечник в основании варьирует от 0,4 до 1,0 км, проективная площадь поверхности составляет 98,1 га. В южной половине острова береговая линия представлена высокими крутыми задернованными склонами и отвесными скалами, в северной — берег более низкий, с наклонными осыпными участками

и песчано-галечниковой косой, обращённой к устью р. Островной. В прибрежье имеются отдельные кекуры, осыхающие и подводные камни.

Вершинная часть острова покрыта каменноберезовым лесом, с зарослями ольхового стланика, кустами рябины и отдельными куртинами кедрача по её периметру. Нижняя часть склонов занята высокотравными лугами.

Акватория вокруг о. Крашенинникова с северной стороны ограничена главным образом низким песчаным берегом, замыкающим спускающиеся к морю долины рек Островная и Вахиль. Прибрежные воды мелководные с песчаными донными грунтами, наибольшей глубины (до 34 м) достигают у юго-восточной границы территории. Акватория находится в зоне действия ответвления Восточно-Камчатского течения со скоростью 0,3 узла. Приливы неправильные полусуточные высотой до 1,5 м [Лоция..., 2004]. Климат на побережье в этом районе типично морской с умеренно тёплым влажным летом.

В прибрежных биоценозах ведущим компонентом являются макрофиты. Зоопланктон, играющий важную роль в питании морских птиц, по биомассе на 90% состоит из копепод [Батищева, 2008]. В сообществе рыб приливно-отливной зоны на галечно-валунных участках абсолютно доминируют бурый морской петушок *Alectrias alectrolophus* из стихеевых, в малом

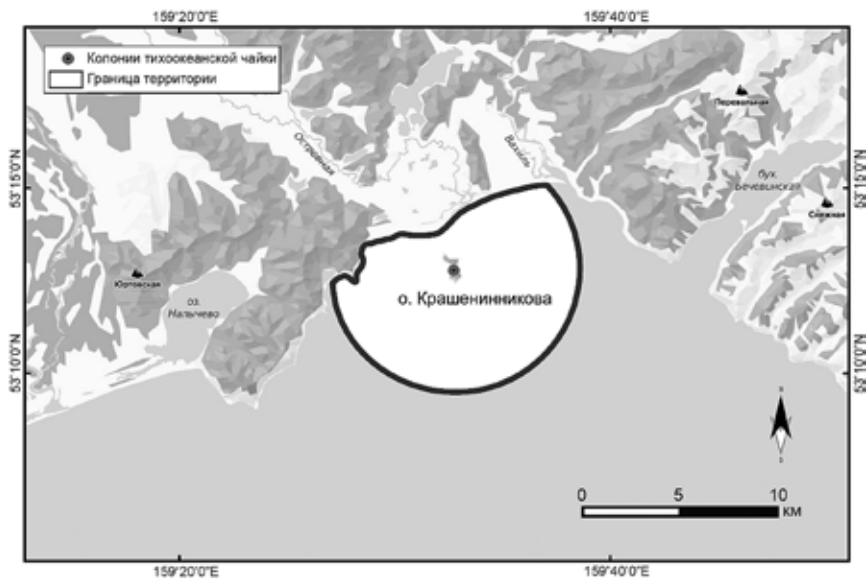


Рис. 1. Морская ключевая орнитологическая территория – «Остров Крашенинникова»

числе присутствуют отдельные виды липаровых, масляюковых и рогатковых [Токранов, 2023].

Внешняя граница выделяемой акватории проведена на расстоянии 6 км от береговой линии о. Крашенинникова — по средней дистанции кормовых разлётов тихоокеанской чайки, являющейся ключевым индикаторным видом.

**Орнитологическая значимость.** Место массового гнездования морских колониальных птиц — более 14,5 тыс. особей 6 видов. Численность тихоокеанской чайки, являющейся ключевым видом, составляет 13,1 тыс. особей — 3,2% мировой популяции, состоящей из 410 тыс. взрослых и неполовозрелых птиц [Артюхин, 2016]. На острове чайки гнездятся главным образом в его южной половине, где занимают крутые задернованные склоны, скальные выступы и площадки от подножья обрывов до кромки древесной растительности на вершине. Из других морских птиц на острове многочислен топорок, обычны берингов и краснолицый бакланы, в малом числе размножаются тихоокеанский чистик и ипатка. Кроме того, из редких видов в прошлом здесь гнезвился белоплечий орлан, а в настоящее время — сапсан.

В летний период выделенная акватория служит важным местом кормёжки для морских птиц с острова и из других колоний Авачинского залива. Средняя плотность распределения птиц в этом районе в июне 2024 г. составляла 18,3 особи/км<sup>2</sup> с доминированием топорков (45,7%) и тихоокеанских чаек (20,3%). По наблюдениям с устья р. Вахиль, во время весенней миграции через прибрежную зону пролетает порядка 100 тыс. гусеобразных 23 видов и почти столько же чайковых 11 видов [Герасимов и др., 1998, 1999].

**Виды хозяйственного использования территории.** В исторические времена на острове летом селились камчадалы для промысла рыбы и морского зверя [Крашенинников, 1755]. Сейчас остров необитаем, а окружающая его акватория мало используется для хозяйственных нужд. До 1990-х гг. на приграничную территорию в дельте р. Вахиль весной часто прилетали городские охотники, но с удорожанием вертолётного транспорта их визиты прекратились [Кривенко, 2000]. В устье р. Вахиль построена частная рыболовная база для организации любительского лова лососей на реке и морской рыбы в акватории между о. Крашенинникова и бух. Бечевинской.

**Существующие факторы угрозы.** Возможны нарушения режима охраны природного парка при высадках на берег с лодок и катеров, посещающих этот район для рыбалки. С вводом в эксплуатацию морского перегрузочного комплекса сжиженного природного газа в бух. Бечевинской в сопредельной акватории повысится интенсивность крупнотоннажного судоходства и связанные с ним экологические риски.

**Природоохранный статус территории.** С 1996 г. вся сухопутная территория о. Крашенинникова с границей по урезу воды входит в состав зоны особой охраны природного парка регионального значения «Налычево» (сеть природных парков «Вулканы Камчатки»). Морская акватория природоохранного статуса не имеет. Акватория, примыкающая к устью р. Вахиль, рекомендована к включению в перспективный список водно-болотных угодий международного значения, охраняемых Рамсарской конвенцией [Кривенко, 2000].

**Необходимые меры охраны.** При соблюдении режима охраны природного парка дополнительных мер не требуется.

Вид	Статус	Год учёта	Численность (особи)	Точность оценки	Критерий
Тихоокеанская чайка	В	2024	13064	А	А4.2

*Примечание.* Статус: В – гнездящийся (breeding). Точность оценки: А – достоверная, возможная ошибка не более 10%. Критерий: А4.2 – территория регулярно поддерживает не менее 1% мировой популяции вида морских птиц.

## Литература

Артюхин Ю.Б. (отв. ред.). 2016. Морские ключевые орнитологические территории Дальнего Востока России. — М.: РОСИП. — 136 с.

Артюхин Ю.Б. 2022. Кадастр колоний морских птиц Южно-Камчатского природного парка // Биология и охрана птиц Камчатки. — Вып. 14. — М.: Изд-во Центра охраны дикой природы. — С. 27–39.

Батищев Н.А. 2008. Состав и распределение зоопланктона у юго-восточного побережья Камчатки весной 2006 г. // Исслед. вод. биол. ресурсов Камчатки и сев.-зап. части Тихого океана. — Вып. 11. — С. 42–46.

Вяткин П.С. 1986. Кадастр гнездовых колониальных птиц Камчатской области // Морские птицы Дальнего Востока. — Владивосток: ДВНЦ АН СССР. — С. 20–36.

Вяткин П.С. 2000. Кадастр гнездовых колониальных морских птиц Корякского нагорья и восточного побережья Камчатки // Биология и охрана птиц Камчатки. — Вып. 2. — М.: Тип. Россельхозакадемии. — С. 7–15.

Герасимов Ю.Н., Мацина А.И., Рыжков Д.И. 1998. Весенняя миграция чайковых птиц в устье р. Вахиль (Восточная Камчатка) // Рус. орнитол. журн. — Экспресс-вып. 37. — С. 11–14.

Герасимов Ю.Н., Мацина А.И., Рыжков Д.И. 1999. Весенняя миграция гусеобразных птиц в устье р. Вахиль (Восточная Камчатка) // Биология и охрана птиц Камчатки. — Вып. 1. — М.: Диалог-МГУ. — С. 57–62.

Зеленская Л.А. 2021. Обследование колоний морских птиц восточной части Тауйской губы и полуострова Кони (Охотское море) // Вестн. Сев.-Вост. науч. центра ДВО РАН. — № 1. — С. 108–122.

*Крашенинников С.П.* 1755. Описание земли Камчатки, сочинённое Степаном Крашенинниковым, Академии наук профессором. — СПб.: Тип. Имп. Акад. наук. — Т. 1. — 16 + 438 с.

*Кривенко В.Г.* (отв. ред.). 2000. Водно-болотные угодья России. Том 3. Водно-болотные угодья, внесённые в Перспективный список Рамсарской конвенции. — М.: Wetlands Int. Global Ser. — No. 3. — 490 с.

*Лоция Берингова моря.* Ч. 1: Западная часть моря. 2004. — СПб.: ГУНиО МО РФ. — 664 с.

*Токранов А.М.* 2023. Сообщество рыб галечно-валунных участков литорали о-ва Крашенинникова (Авачинский залив, Юго-Восточная Камчатка) в 2021–2023 гг. // Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей: Мат-лы XXIV Междунар. науч. конф. (Петропавловск-Камч., 8–9 нояб. 2023 г.). — Петропавловск-Камч.: Камчатпресс. — С. 217–221.

*Gould P.J., Forsell D.J.* 1989. Techniques for shipboard surveys of marine birds // Fish and Wildlife Tech. Rep. — No. 25. — Washington, D. C.: U.S. Fish and Wildlife Service. — P. 1–22.

*Kondratyev A. Ya., Vyatkin P.S., Shibaev Yu.V.* 2000. Conservation and protection of seabirds and their habitat // Seabirds of the Russian Far East. — Ottawa: Canadian Wildlife Service. — P. 117–129.

## СОСТОЯНИЕ ПЛАНКТОННОГО СООБЩЕСТВА ПЕЛАГИАЛИ ОЗЕРА АЗАБАЧЬЕГО (ВОСТОЧНАЯ КАМЧАТКА) В 2020–2023 гг.

**Л. А. Базаркина**

Камчатский филиал Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии (КамчатНИРО), Петропавловск-Камчатский

*State of the plankton community of the pelagial Azabachye Lake (Eastern Kamchatka) in 2020–2023*

**L. A. Bazarkina**

Kamchatka Branch of Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography (KamchatNIRO), Petropavlovsk-Kamchatsky

Важным этапом современных исследований водоёмов Камчатки является изучение кормовых условий молоди лососей. Такие работы особо актуальны на выростных водоёмах ценных промысловых рыб, в частности, нерки *Oncorhynchus nerka*, одно из крупнейших азиатских стад которой воспроизводится в оз. Азабачьем, расположенном в нижнем течении р. Камчатки.

В озере проходит пресноводный период жизни как местной молоди нерки, так и молоди популяций притоков нижнего течения р. Камчатки, мигрирующей в озеро сеголетками [Бугаев, 2011]. Нерка в течение одного-трёх лет жизни в пелагиали озера питается преимущественно планктонными ракообразными. Благоприятные условия нагула молоди в водоёме способствуют повышению размерно-весовых показателей смолтов и высокой выживаемости нерки в море. Стабильное состояние популяций планктонных ракообразных в оз. Азабачьем обеспечивают умеренный пресс рыб-планктонофагов и достаточное количество кормовых диатомовых водорослей [Базаркина, 2004]. Цель работы — определить основные факторы, регулирующие динамику численности планктонных ракообразных в пелагиали оз. Азабачьего в 2020–2023 гг.

Материалом для исследований послужили результаты гидробиологических съёмки, выполненных на постоянной станции, расположенной в глубоководной части пелагиали озера в летне-осенние месяцы 2020–2023 гг. Работы включали измерения температуры воды анализатором «Cast Away» от дна до поверхности водоёма, прозрачности воды диском Секки, сбор тотальных проб планктона сетью Джели средней модели и гидрохимических проб батометром Молчанова с 5 горизонтов озера.

Планктонные пробы обрабатывали согласно рекомендациям, приведённым в литературе [Киселёв, 1956; Методика изучения биогеоценозов..., 1975]. Гидрохимические анализы проведены согласно «Руководству по химическому анализу вод суши» [1973] сотрудниками лаборатории химического анализа КамчатНИРО. Биомассу зоопланктонных организмов определяли как произведение их численности на среднюю массу одного экземпляра, исходя из зависимости массы тела коловраток и рачков от длины тела [Балушкина, Винберг, 1979; Кононова, Фефилова, 2018]. Расчёт рождаемости планктонных ракообразных проводили по формулам, основанным на экспоненциальной модели роста численности популяции [Гиляров, 1987].

Количество молоди нерки, одновременно нагуливающейся в пелагиали водоёма, определяли по индексам численности [Бугаев, Базаркина, 2007]. При этом использовали данные сотрудников лаборатории динамики численности и совершенствования прогнозов лососёвых рыб КамчатНИРО о количестве производителей нерки, зашедших на нерест в бассейн оз. Азабачье и притоки нижнего течения р. Камчатка в 2018–2022 гг.

Сообщество планктонных ракообразных пелагиали оз. Азабачьего представлено небольшим количеством форм, характерных для северных озёр. Во все сезоны года ведущим по численности видом является *Cyclops scutifer*. В летне-осенние месяцы в планктоне озера присутствуют *Eurytemora kurenkovi*, *Daphnia galeata* и *Leptodora kindti*.

Среднегодовалая численность планктонных Crustacea в пелагиали водоёма за летне-осенние месяцы 1981–2020 гг. равна 102 тыс. экз./м<sup>3</sup>, из которых 98 тыс. составляет *C. scutifer*, 4 тыс. — *D. galeata*, 410 экз./м<sup>3</sup> — *E. kurenkovi* и 180 экз./м<sup>3</sup> — *L. kindti*.

Предпочитаемым кормом основных видов планктонных ракообразных *C. scutifer* и *D. galeata* в пелагиали водоёма является *Aulacoseira subarctica* (Bacillariophyta), количество которой зависит от содержания биогенных элементов в водах озера [Базаркина, 2002] и в среднем за 1981–2020 гг. составляла 82 тыс. кл./л (рис. 1).

При среднегодовалой величине биомассы пелагических ракообразных в водоёме за 1981–2020 гг. 1,2 г/м<sup>3</sup> оз. Азабачье ежегодно в состоянии прокормить не более 90 млн шт. нерки. В течение 2015–2020 гг. биомасса планктонных ракообразных убывала от 1,3 до 0,2 г/м<sup>3</sup>, что было обусловлено высокой численностью нагуливающейся нерки в 2016, 2017 и 2019 гг. (150–125 млн шт.) и слабой вегетацией аулякозеиры (23 тыс. кл./л) в 2018 г. (рис. 1).

В 2020 г., при допустимом количестве нагуливающейся молоди нерки (45 млн шт.) и обилии *A. subarctica* (115 тыс. кл./л), биомасса планктонных ракообразных в пелагиали оз. Азабачье была критически низкой (0,2 г/м<sup>3</sup>), что, вероятно, было обусловлено вспышкой численности пищевого



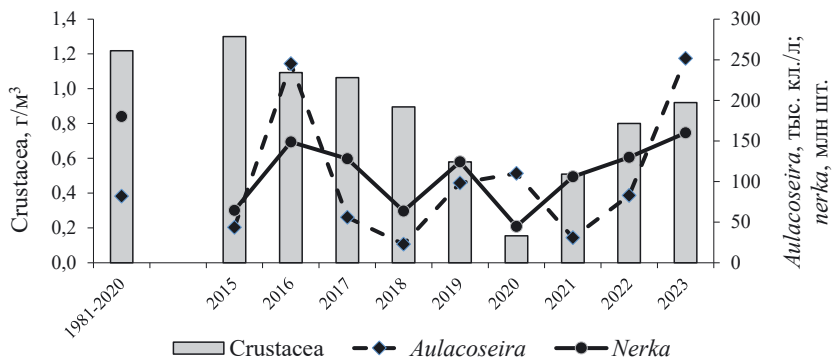


Рис. 1. Многолетние изменения численности *A. subarctica* (*Aulacoseira*), биомассы планктонных ракообразных (*Crustacea*) и количества молоди нерки (*Nerka*), нагуливающейся в пелагиали озера Азабачье в летне-осенние месяцы 2015–2023 гг.: 2001–2020 гг. – среднемноголетние показатели

конкурента молоди нерки трехиглой колюшки *Gasterosteus aculeatus* [Базаркина, 2021].

На основании корреляционного анализа причинно-следственных связей динамических (рождаемость) и статических (численность, размерная структура, плодовитость, длительность развития яиц) характеристик популяций *C. scutifer* и *D. galeata* установлено, что циклопы в 2021–2022 гг. и дафнии в 2021–2023 гг., как и в 2020 г., были подвержены размерно-выборочному прессу планктонофагов (рис. 2). Существенное влияние на рождаемость популяции *C. scutifer* в 2021 г. оказывала температура среды обитания взрослых рачков ( $n = 9$ ;  $r = -0,857$ ;  $P > 0,99$ ), когда средняя температура водной толщи пелагиали озера в генеративный период циклопов  $8,7^\circ\text{C}$  значительно

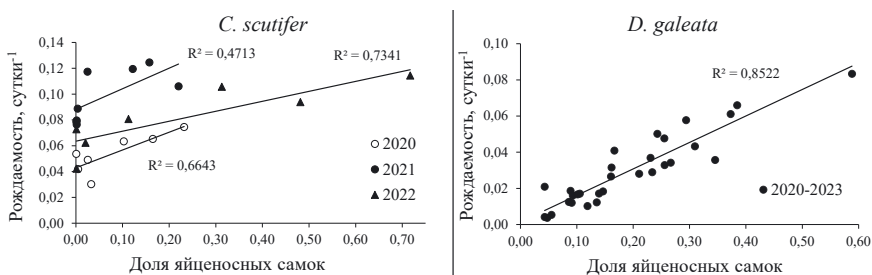


Рис. 2. Зависимости рождаемости от доли яйценосных самок в популяциях *C. scutifer* и *D. galeata* в пелагиали оз. Азабачьего в 2020–2023 гг.

превышала среднемноголетнее значение температуры воды за периоды размножения вида в июле–августе 1981–2020 гг. (7,8 °С).

В 2001 г. среди диатомовых водорослей (166 тыс. кл./л) доминировала *Asterionella formosa* (134 тыс. кл./л). Количество *A. subarctica* не превышало 30 тыс. кл./л, что было недостаточным для воспроизводства популяций циклопов и дафний. В летне-осенние месяцы 2021 г. основной пищей *C. scutifer* были беспанцирные коловратки *Asplanchna priodonta*, *Conochilus unicornis*, *Filinia maior*, *F. longiseta*, *Polyarthra dolichoptera*, *Synchaeta pectinata* ( $n = 9$ ,  $r = 0,738$ ;  $P > 0,95$ ); а *D. galeata* — клетки синезеленых водорослей *Gloeocapsa* sp. ( $n = 7$ ,  $r = 0,764$ ;  $P > 0,95$ ) (рис. 3).

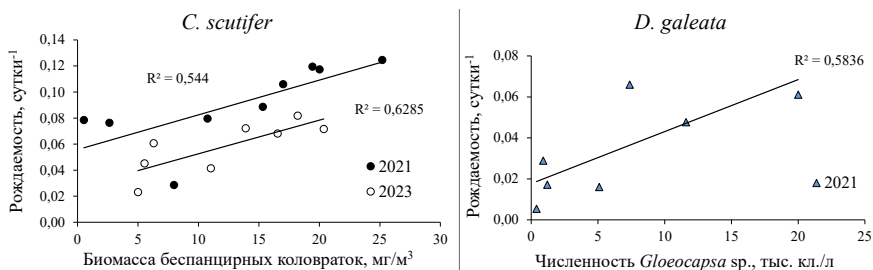


Рис. 3. Зависимости рождаемости *C. scutifer* от биомассы беспанцирных коловраток и рождаемости *D. galeata* от концентрации *Gloeocapsa* sp. в пелагиали оз. Азабачьего

В 2022 г. *Aulacoseira* при средней численности 83 тыс. кл./л за период вегетации была доступной для питания *C. scutifer* ( $n = 7$ ,  $r = 0,830$ ;  $P > 0,95$ ), но оказывала ингибирующее влияние на рост и размножение популяции *D. galeata* ( $n = 67$ ,  $r = -0,935$ ;  $P > 0,99$ ).

В течение июня–сентября 2023 г., при атомном соотношении минеральных форм азота и фосфора (N/P) более 20, развитие диатомовых водорослей было лимитировано минеральным фосфором [Schindler, 1978], количество *A. subarctica* не превышало 10 тыс. кл./л (рис. 4). При слабой вегетации *Aulacoseira* взрослые особи циклопов могли использовать в качестве пищи беспанцирных коловраток (рис. 3), а дафнии, вероятно, — бактерии и детрит.

В результате минерализации биогенных и редкоземельных элементов, выпадавших неоднократно с ресуспендированным пеплом вулкана Шивелуч на водосбор оз. Азабачьего в августе–октябре 2023 г., соотношение N/P в эвфотическом слое пелагиали водоёма в сентябре–октябре убыло до 18–16 и соответствовало оптимальному для вегетации диатомовых водорослей соотношению (N/P = 16) [Redfield, 1958]. В течение октября численность *A. subarctica* возросла от 0,5 до 1,2 млн кл./л (рис. 4).

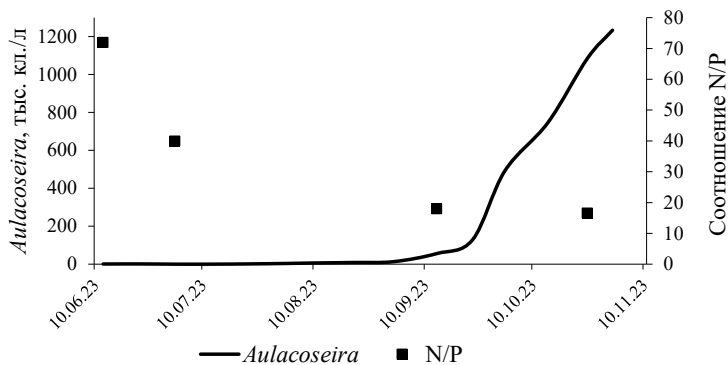


Рис. 4. Сезонная динамика численности *A. subarctica* и атомного соотношения минеральных форм азота и фосфора (N/P) в эвфотической зоне пелагиали оз. Азабачьего в летне-осенние месяцы 2023 г.

В 2020–2023 гг. биомасса планктонных ракообразных возросла от 0,2 до 0,9 г/м<sup>3</sup>, что, вероятно, было связано со снижением в пелагиали оз. Азабачьего количества пищевого конкурента молоди нерки — трехиглой колюшки *Gasterosteus aculeatus* проходной формы. Тем не менее биомасса планктонных Crustacea в озере оставалась на уровне олиготрофных водоемов [Китаев, 1968], что могло быть следствием превышения численности нагуливающейся нерки в 2022–2023 гг. (130–160 млн шт.) оптимального количества (90 млн шт.) (рис. 1).

Выражаю благодарность сотрудникам Камчатского филиала ВНИРО (КамчатНИРО) за обработку гидрохимических проб и представление данных о количестве производителей нерки, зашедших на нерест в бассейн оз. Азабачьего и притоки нижнего течения р. Камчатки в 2018–2022 гг.

## Литература

Алекин О.А., Семёнов А.Д., Скопинцев Б.А. 1973. Руководство по химическому анализу вод суши. — Л.: Гидрометеиздат. — 269 с.

Базаркина Л.А. 2002. К проблеме повышения кормовых ресурсов молоди нерки в озере Азабачье // Исслед. вод. биол. ресурсов Камчатки и сев.-зап. части Тихого океана. — Вып. VI. — С. 251–259.

Базаркина Л.А. 2004. Механизмы регуляции численности в популяциях планктонных ракообразных мезотрофного лососёвого озера Азабачье (Камчатка): Автореф. дис. ... канд. биол. наук. — М.: МГУ. — 21 с.

Базаркина Л. А. 2021. Особенности функционирования сообщества планктонных ракообразных в пелагиали озера Азабачье в 2016–2020 гг. // Чтения памяти профессора Владимира Яковлевича Леванидова. Тез. докл. IX Всерос. конф. (Владивосток, 22–24 марта 2021 г.). — Владивосток: ДВО РАН. — С. 14.

Балушкина Е. В., Винберг Г. Г. 1979. Зависимость между массой и длиной тела у планктонных животных // Общие основы изучения водных экосистем. — Л.: Наука. — С. 169–172.

Бугаев В. Ф. 2011. Азиатская нерка-2 (биологическая структура и динамика численности локальных стад нерки в конце XX — начале XXI вв.). — Петропавловск-Камчатск.: Камчатпресс. — 380 с.

Бугаев В. Ф., Базаркина Л. А. 2007. Индексы численности молоди нерки, нагуливающейся в оз. Азабачье (бассейн р. Камчатка) // Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей: Мат-лы VIII Междунар. науч. конф. (Петропавловск-Камч., 27–28 нояб. 2007 г.). — Петропавловск-Камч.: Камчатпресс. — С. 296–302.

Гиляров А. М. 1987. Динамика численности пресноводных планктонных ракообразных. — М.: Наука. — 190 с.

Китаев С. П. 1986. О соотношении некоторых трофических уровней и «шкалах трофности» озёр разных природных зон // V съезд Всесоюз. гидробиол. о-ва: Тез. докл. — Куйбышев. — Ч. II. — С. 254–255.

Кононова О. Н., Фефилова Е. Б. 2018. Методическое руководство по определению размерно-весовых характеристик организмов зоопланктона европейского севера России. — Сыктывкар: ИБ Коми НЦ УрО РАН. — 152 с.

Методика изучения биогеоценозов внутренних водоёмов. 1975. — Л.: Наука. — 240 с.

Redfield A. C. 1958. The biological control of chemical factors in the environment // Am. Sci. — Vol. 46. — P. 205–221.

Schindler D. W. 1978. Factors regulating phytoplankton production and standing crops in the world's freshwaters // Limnol. Oceanogr. — Vol. 24. — P. 478–486.

## НЕОБЫЧНЫЙ СЛУЧАЙ ВСТРЕЧИ КОТИКА-АЛЬБИНОСА НА СЕВЕРНОМ ЛЕЖБИЩЕ о. БЕРИНГА В 2024 г.

**Т.В. Власов<sup>\*,\*\*,\*\*\*</sup>, А.М. Миронова<sup>\*</sup>**

<sup>\*</sup>Камчатский филиал Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии (КамчатНИРО), Петропавловск-Камчатский

<sup>\*\*</sup>Камчатский филиал Тихоокеанского института географии (КФ ТИГ) ДВО РАН,  
Петропавловск-Камчатский

<sup>\*\*\*</sup>Камчатский государственный технический университет (КГТУ),  
Петропавловск-Камчатский

*An unusual case of encountering of an albino fur seal in the Northern Rookery  
on Bering Island in 2024*

**T.V. Vlasov<sup>\*,\*\*,\*\*\*</sup>, A.M. Mironova<sup>\*</sup>**

<sup>\*</sup>Kamchatka Branch of Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography  
(KamchatNIRO), Petropavlovsk-Kamchatsky

<sup>\*\*</sup>Kamchatka Branch of Pacific Geographical Institute (KB PGI) FEB RAS,  
Petropavlovsk-Kamchatsky

<sup>\*\*\*</sup>Kamchatka State Technical University (KSTU), Petropavlovsk-Kamchatsky

Альбинизм — группа наследственных патологий, характеризующихся нарушениями или полным отсутствием пигментации кожи, волос, радужной оболочки глаза [Рязанцев, Коновалов, 2020].

Альбинизм обусловлен отсутствием или дефектностью фермента тирозиназы в организме, необходимого для синтеза пигмента меланина, который придаёт цвет шерсти, радужной оболочке и главному пигменту [Фадеева, 2021]. Альбинизм делится на полный и частичный. Первый из них обуславливается отсутствием меланина, животное полностью белое, кожные покровы, радужная и пигментная оболочка красно-розовых оттенков. Такие животные имеют ослабленную иммунную систему, подвержены инфекционным заболеваниям в течение всей жизни, имеют врождённые глазные аномалии и различные степени нарушения зрения и слуха [Барабанова, Марков, 2023].

Рождение северных морских котиков *Callorhinus ursinus* L. (далее СМК) с различными типами альбинизма отмечают на лежбищах о-ва Беринга почти каждый год. В отдельных случаях альбиносов можно встретить одновременно как на Северном, так и на Северо-Западном лежбищах острова Беринга [Фомин и др., 2011; Фомин, 2020].

В 2024 г., в ходе работ по мониторингу СМК на о. Беринга, на Северном лежбище был отмечен альбинос-самец морского котика в возрастной стадии «холостяк» (неполовозрелый самец в возрасте от 2 до 5 лет).

Впервые животное наблюдали 21.07.2024 на участке «Гольцовый», и встречалось оно здесь на протяжении 6 суток до 26.07.2024 включительно, залегая во все остальные дни наблюдений на участке «Кишечный» (рис. 1). Животное регистрировали только на холостяковых участках лежбища. При каждой встрече рядом с альбиносом отмечался взрослый секач — половозрелый самец СМК (рис. 2).

При приближении наблюдателя к холостяковому участку, холостяки, залегающие на нём, убегали по направлению к морю, альбинос и секач оставались на месте. Секач держался в непосредственной близости от альбиноса (2–3 м), иногда подходя вплотную и обнюхивая его в области морды. При приближении наблюдателя, секач производил броски в его сторону, пытаясь отогнать. Схожее поведение было отмечено при попытках других животных, холостяков и секачей, приблизиться к альбиносу.

Секач сопровождал альбиноса на протяжении всего периода наблюдений, за исключением 25.07.2024 в 16:48, когда альбинос залегал на холостяковом участке лежбища в непосредственной близости от других холостяков. В данном случае, при попытке сближения наблюдателя с альбиносом животное позволяло сблизиться с ним на расстояние нескольких метров, занимало позу ориентирования, затем уходило по направлению от наблюдателя (рис. 3) с другими животными, отставая от них при перемещении.



Рис. 1. Альбинос, самец морского котика на участке Гольцовый Северного лежбища 21.07.2024 (фото Т.В. Власова)



Рис. 2. Альбинос-холостяк в сопровождении секача, участок Кишечный Северного лежбища 24.07.2024 (фото Т.В. Власова)



Рис. 3. Альбинос-холостяк, участок Кишечный Северного лежбища, 25.07.2024 (фото А.М. Мироновой)

Подобное покровительственное поведение секача может быть обусловлено опознанием альбиноса как самки, тем не менее попыток спаривания секача с альбиносом отмечено не было.

Данный случай «опеки» секача над холостяком-альбиносом был отмечен впервые на Командорских островах и представляет интерес в дальнейшем при изучении биологии северного морского котика.

### Литература

Барабанова Л.В., Марков А.В. 2023. Наследственные патологии собак, связанные с пигментацией // Актуал. вопр. ветеринар. биол. — № 2(58). — С. 20–26. DOI: 10.24412/2074-5036-2023-2-20-26.

Рязанцев Е.А., Коновалов А.М. 2020. Альбинизм в животном мире // Актуальные вопр. зоологии, экологии и охраны природы: Мат-лы науч.-практ. конф. (Москва, 24 апр. 2020 г.). — М.: ЗооВетКнига. — Вып. 2. — С. 155–159.

Фадеева К.А. 2021. Альбинизм у животных // В мире научных открытий: Мат-лы V Междунар. студён. науч. конф. (Ульяновск, 20–21 мая 2021 г.). — Т. V. — Ч. 4. — Ульяновск: Ульяновский гос. аграр. ун-т. — С. 198–201.

Фомин С.В. 2020. Белый котик // Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей: Мат-лы XXI Междунар. науч. конф. (Петропавловск-Камч., 18–19 нояб. 2020 г.). — Петропавловск-Камч.: Камчатпресс. — С. 275–278.

Фомин С.В., Фомина Н.С., Трапезов О.В. 2011. Фенотипический параллелизм в абберациях окраски волосяного покрова у северных морских котиков (*Callorhinus ursinus*), американских норок (*Mustela vison*) и соболей (*Martes zibellina*) // Вавилов. журн. генетики и селекции. — Т. 15. — № 3. — С. 493–515.

## ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ БПЛА ПРИ ПРОВЕДЕНИИ УЧЁТОВ ЧИСЛЕННОСТИ КАЛАНА *ENHYDRA LUTRIS L.*, 1758 В КРОНОЦКОМ ЗАЛИВЕ (ВОСТОЧНАЯ КАМЧАТКА)

**Е.В. Волкова\***, **А.М. Бурдин\*\***, **Д.А. Балакирев\***

\*Кроноцкий государственный природный биосферный заповедник, Елизово

\*\*Камчатский филиал Тихоокеанского института географии (КФ ТИГ) ДВО РАН,  
Петропавловск-Камчатский

*Using UAVs for sea otter *Enhydra lutris L.*, 1758 surveys in Kronotsky Gulf  
(Eastern Kamchatka)*

**E. V. Volkova\***, **A. M. Burdin\*\***, **D. A. Balakirev\***

\*Kronotsky Federal Nature Biosphere Reserve, Elizovo

\*\*Kamchatka Branch of Pacific Geographical Institute (KB PGI) FEB RAS,  
Petropavlovsk-Kamchatsky

Калан — эндемик Северной Пацифики. В российской части ареала обитает у побережья Камчатки, Курильских и Командорских островов. В последние годы практически повсеместно отмечается снижение численности калана [Корнев, Маршук, 2017; Мамаев, 2017, 2023; Корнев, 2020; Бурдин, Волкова, 2022; Семёнов, Евфратова, 2023]. Калан внесён в Красные книги Российской Федерации (категория 2 — сокращающийся в численности и/или распространении вид) и Камчатского края (категория 3 — редкие), Красный список МСОП (категория EN — вид, находящийся под угрозой исчезновения).

В российской части ареала учёты численности калана традиционно проводятся методом прямого подсчёта животных с лодки [Мамаев, 2017; Корнев, 2020; Бурдин, Волкова, 2022]. При таком методе учёта на вероятность обнаружения каланов влияет множество факторов: погодные условия, тип активности животных, особенности местообитания, опыт и число наблюдателей [Geibel, Miller, 1984; Estes, Jameson, 1988; Bodkin, Costa, 1995; Bodkin, Udevitz, 1999; Udevitz et al., 1995; Корнев, 2010]. Значительный недоучёт возможен из-за избегания каланами приближающейся лодки [Udevitz et al., 1995]. Один из возможных источников ошибок при проведении учётов — неправильная оценка числа животных в крупных скоплениях [Álvarez-González et al., 2023].

Каланы нередко образуют большие группы до сотен особей [Garshelis et al., 1984; Riedman, Estes, 1990]. Это повышает вероятность их обнаружения во время учётов [Estes, Jameson, 1988; Drummer et al., 1990], но в то же время оценка числа особей в больших группах при подсчёте с лодки затруднена.



Обычно для более точного определения размера и состава группы её фотографируют. Однако при наблюдении и фотографировании с лодки есть определённые ограничения. Каланы, находясь в группе, проявляют бóльшую осторожность и сильнее реагируют на приближение лодки [Monson, 2021]. При первом же появлении признаков беспокойства у ближайших к лодке особей начинает беспокоиться вся группа, каланы заныривают, группа рассредоточивается. Поэтому дистанция приближения к большим группам ограничена. При наблюдении с лодки точка обзора и съёмки достаточно низкая. На большом удалении от группы каланов, учитывая влияние океанических и ветровых волн, осмотр группы и её фотографирование затруднены.

Во время проведения учётов кланов в южной части Кроноцкого залива в августе 2023 г. квадрокоптер DJI Mavic 3 применили для обследования акватории бухты Калагирь и скалы Экспедиции [Бурдин, 2023].

В 2024 г. во время проведения учётов калана в северной части Кроноцкого залива (Кроноцкий заповедник) мы использовали беспилотный летательный аппарат DJI Air 2S (БПЛА) для аэрофотосъёмки больших групп каланов для более точной оценки их размеров. Данная модель ограничена дальностью и длительностью полёта и не может применяться для проведения полноценных учётов численности каланов на всей исследуемой акватории, поэтому квадрокоптер использовали только для фотографирования больших групп каланов.

Учёты проводили регулярно с 7 мая по 11 августа 2024 г. на надувной лодке с подвесным мотором на постоянном маршруте протяжённостью около 60 км (рис. 1).

При обнаружении группы каланов лодка останавливалась и запускался квадрокоптер. Полёт проводили в режиме «Cinematic Mode» — замедленного плавного движения. Камера квадрокоптера была направлена вперёд и чуть вниз, чтобы увеличить поле обзора. К животным подлетали на высоте около 20 м, с подветренной стороны, чтобы звук квадрокоптера по возможности ветром сносился от животных. При обнаружении в поле зрения камеры квадрокоптера группы каланов начинали серийную фотосъёмку, постепенно приближаясь к группе и следя за реакцией животных. При появлении у каланов признаков беспокойства (животные переворачиваются из положения на спине на живот, начинают отплывать или заныривать) квадрокоптер медленно удалялся от группы до прекращения беспокойства. Съёмку проводили так, чтобы вся группа попадала в один кадр.

Всего с помощью квадрокоптера удалось сфотографировать 8 больших групп каланов (табл. 1). Четыре группы каланов помимо съёмки с воздуха также были сфотографированы с лодки с помощью цифровой зеркальной камеры Canon 5D Mark IV с объективом 100–400 мм. Одновременно проводился подсчёт каланов в группе с помощью бинокля Nikon 8×50. Лодка



Рис. 1. Место проведения работ в северной части Кроноцкого залива, юго-восточное побережье Камчатки. Большие группы каланов встречались примерно в одном и том же месте, в районе устья Кроноцкого лимана

Таблица 1. Размеры групп каланов, встреченных во время учётов в Кроноцком заливе в 2024 г.

Дата	Число особей в группе		
	подсчёт по фотоснимкам с квадрокоптера	подсчёт по фотоснимкам с лодки	подсчёт с лодки с помощью бинокля
29.05.2024	138	58	80
*29.05.2024	94	62	65
4.06.2024	112	69	78
8.06.2024	93	56	69
16.06.2024	43	—	—
16.06.2024	63	—	—
16.06.2024	26	—	—
16.06.2024	57	—	—

\* Группа, показанная на рис. 2.

медленно приближалась к группе, чтобы осмотреть её и сфотографировать с минимально возможной дистанции, не вызывающей беспокойства у животных. Каланы, находясь в группах, начинали проявлять беспокойство на очень больших расстояниях до медленно движущейся лодки — от 600 до 980 м (дистанция определялась по удалению квадрокоптера, находившегося рядом с группой, от пульта управления в лодке). Вероятно, это объясняется особенностями данного местообитания. Кроноцкий залив — открытый, с песчаным побережьем, отсутствуют рифы, скалистые островки и поля бурых водорослей, где каланы могли бы укрыться [Monson, 2021]. Такие условия, по-видимому, требуют от каланов большей осторожности. Чтобы избежать беспокойства животных, остальные группы фотографировали только с помощью квадрокоптера, не приближаясь к группе на лодке.

Очевидно, что аэрофотосъёмка позволила с большей точностью определять размер групп каланов (табл. 1, рис. 2). Число учтённых на обычных фотографиях особей было в 1.3–2.4 раза меньше, чем на аэрофотоснимках. Подсчёт животных в группе с помощью бинокля также приводил к недоучёту каланов, хотя и несколько меньшему (1.3–1.7). По нашим наблюдениям, на точность подсчёта особей в группе и качество снятых с лодки фотографий влияла дистанция фотографирования, погодные условия (даже при невысокой океанской волне часть каланов на фотографии оказывается вне поля зрения), размер группы (чем больше группа, тем больше вероятность недоучёта).



Рис. 2. Одна и та же группа каланов, сфотографированная 29.05.2024 в Кроноцком заливе с квадрокоптера (А) и с лодки (Б). На аэрофотоснимке (А) подсчитано 94 калана, видно сразу всю группу, каланы не проявляют признаков беспокойства. На одной из снятых с лодки фотографий (Б) подсчитано 38 каланов. Из-за большой дистанции до группы, низкой точки съёмки и океанской волны в кадр одновременно попадала только её часть. Сопоставление нескольких кадров из серии и суммирование числа особей на них увеличило общее число учтённых каланов, но, на наш взгляд, это также может приводить к ошибкам

В последние годы БПЛА часто и успешно используются в исследованиях морских млекопитающих [Álvarez-González et al., 2023]. Применение БПЛА во многих случаях снижает беспокойство животных и позволяет получать более точные оценки размера их групп, находящихся в водной среде [Brown et al., 2022; Álvarez-González et al., 2023].

В нашем исследовании фотографирование групп каланов с помощью БПЛА подтвердило свою эффективность, а беспокойство животных при соблюдении определённых правил было минимальным. Использование БПЛА является хорошим дополнительным инструментом при проведении учётов численности калана.

## Литература

Бурдин А.М. 2023. Распределение каланов в южной части Кроноцкого залива (Восточная Камчатка) в 2023 г. // Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей: Мат-лы XXIV Междунар. науч. конф. (Петропавловск-Камч., 8–9 нояб. 2023 г.). — Петропавловск-Камч.: Камчатпресс. — С. 169–172. DOI: 10.53657/KVPG1041.2023.87.77.037

Бурдин А.М., Волкова Е.В. 2022. Численность и распределение каланов на побережье Восточной Камчатки в 2022 г. // Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей: Мат-лы XXIII Междунар. науч. конф. — Петропавловск-Камч.: Камчатпресс. — С. 148–152.

Корнев С.И. 2010. Современное состояние популяций калана (*Enhydra lutris* L.) в российской части ареала // Исслед. вод. биол. ресурсов Камчатки и сев.-зап. части Тихого океана. — Вып. 19. — С. 6–24.

Корнев С.И. 2020. Результаты учётов численности калана *Enhydra lutris* на Курильских островах в 2020 г. // Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей: Мат-лы XXI Междунар. науч. конф. — Петропавловск-Камч.: Камчатпресс. — С. 293–297.

Корнев С.И., Маришук С.П. 2017. Падение численности калана (*Enhydra lutris*) на северных Курильских островах: возможные причины и гипотезы // Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей: Мат-лы XVIII науч. конф. — Петропавловск-Камч.: Камчатпресс. — С. 442–446.

Мамаев Е.Г. 2017. Современное состояние группировки калана (*Enhydra lutris* L.) на Командорских о-вах // Мор. млекопитающие Голарктики: Сб. науч. тр. IX Междунар. конф. «Морские млекопитающие Голарктики» (Астрахань, 31 окт. — 5 нояб. 2016 г.). — М.: Совет по мор. млекопитающим. — Т. 1. — С. 288–295.

Мамаев Е.Г. 2023. Современное состояние численности ластоногих и калана на Командорских островах // Сб. тез. докл. XXI Междунар. конф. «Морские млекопитающие Голарктики». — М.: Совет по мор. млекопитающим. — С. 193–201.

Семенов А.Р., Евфратова С.С. 2023. Распределение и численность морских млекопитающих в прибрежной зоне Юго-Восточной Чукотки, Восточной Камчатки и Курильских островов летом 2018–2019 гг. // Мат-лы XI Междунар. конф. «Морские

млекопитающие Голарктики». — М.: Совет по мор. млекопитающим. — Т. 1. — С. 262–274.

*Álvarez-González M., Suarez-Bregua P., Pierce G.J., Saavedra C.* 2023. Unmanned aerial vehicles (UAVs) in marine mammal research: A review of current applications and challenges // Drones. — Vol. 7. — № 11. — P. 667.

*Bodkin J.L., Udevitz M.S.* 2021. An aerial survey method to estimate sea otter abundance // Marine mammal survey and assessment methods. — CRC Press. — P. 13–26.

*Brown A.M., Allen S.J., Kelly N., Hodgson A.J.* 2022. Using unoccupied aerial vehicles to estimate availability and group size error for aerial surveys of coastal dolphins // Remote Sens. Ecol. Conserv. — Vol. 9. — № 3. — P. 340–353.

*Drummer T.D., Degange A.R., Pank L.F., McDonald L.L.* 1990 Adjusting for group size influence in line transect sampling // J. Wildl. Manage. — Vol. 54. — P. 511–514.

*Estes J.A., Jameson R.J.* 1988. A double-survey estimate for sighting probability of sea otters in California // J. Wildl. Manage. — Vol. 52. — No. 1. — P. 70–76.

*Garshelis D.L., Garshelis J.A.* 1984. Movements and management of sea otters in Alaska // J. Wildl. Manage. — Vol. 48. — P. 665–678.

*Geibel J.J., Miller D.J.* 1984. Estimation of sea otter, *Enhydra lutris*, population with confidence bounds, from air and ground counts // Calif. Fish Game. — 70. — P. 225–233.

*Kenyon K.W.* 1969. The sea otter in the Eastern Pacific Ocean // North Am. Fauna. — Vol. 68. — P. 1–352.

*Monson D.H.* 2021. Sea otter predator avoidance behavior // Ethology and Behavioral Ecology of Sea Otters and Polar Bears. — Cham: Springer Int. Pub. — P. 161–172.

*Riedman M., Estes J.A.* 1991. The sea otter (*Enhydra lutris*): behavior, ecology, and natural history // Biol. Rep. — Vol. 90. — No. 14. — 126 p.

*Udevitz M.S., Bodkin J.L., Costa D.P.* 1995. Detection of sea otters in boat-based surveys of Prince William Sound, Alaska // Mar. Mamm. Sci. — Vol. 11. — No. 1. — P. 59–71.

## ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЧВ ОКРЕСТНОСТЕЙ ТЕРМАЛЬНЫХ ПЛОЩАДОК «КОТЁЛ» и «ГРИФОН ИВАНОВА» (ПРИРОДНЫЙ ПАРК «НАЛЫЧЕВСКИЙ», ВОСТОЧНАЯ КАМЧАТКА)

**Н. В. Казаков**

Камчатский филиал Тихоокеанского института географии (КФ ТИГ) ДВО РАН,  
Петропавловск-Камчатский

*Chemical properties of soils in the vicinity of thermal sites “Kotel” and “Griffin Ivanova”  
(Nalychevsky Nature Park, Eastern Kamchatka)*

**N. V. Kazakov**

Kamchatka Branch of Pacific Geographical Institute (KB PGI) FEB RAS,  
Petropavlovsk-Kamchatsky

Первые сведения о термальных источниках долины р. Налычева приводятся в начале XX века П. Т. Новограбленовым [1929], Б. И. Пийпом [1937]. О почвах, окружающих термальные источники, упоминается в работах почвоведов двадцатого века [Зонн и др., 1963; Соколов, 1974] как о сложных образованиях, требующих дальнейшего изучения. Только в начале XXI века появились статьи И. Л. Гольдфарба и Н. П. Солнцевой [Гольдфарб, 1995, Солнцева, Гольдфарб 1998], посвящённые исследованиям термальных почв Камчатки. И. Л. Гольдфарб описывает для них такие процессы, как прогревание, засоление, химическое осолонцевание, окремнение, рудообразование, рубефикация и др.

Изучение химического состава вод источников «Котёл» и «Грифон Иванова» [Шишканова, 2006] позволяют выделить их в особый «налычевский тип» с хлоридным и сульфатно-хлоридным, натриевым и кальциево-натриевым составом и высокой температурой воды. Масуренков и Комкова [1978] при этом сделали предположение, что термопроявления Налычевской существуют уже на протяжении 15–20 тыс. лет. Естественно, что за столь длительный срок почвы, окружавшие выходы термальных вод, должны были приобрести особые свойства. Первые краткие сведения о них были приведены нами в докладе на XVI научной конференции «Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей» [Казаков, 2015], в расширенном виде в журнале «Вестник КРАУНЦ. Науки о земле» [Казаков, 2023]. Цель настоящей работы — более подробное рассмотрение их химических свойств.

Для химических анализов были взяты образцы из 4 почвенных разрезов. Отбор образцов и описание разрезов выполнены по стандартной методике. Для агрохимической характеристики свойств почв изучаемой территории были взяты образцы дерновой слоисто-пепловой почвы из разреза № 1, и образцы слоисто-пепловой почвы на травертиновых отложениях из разрезов № 2, № 3 и № 4. В наших упомянутых выше публикациях они обозначены как разрезы 2, 3, 4 и 10, соответственно. У взятых образцов были проанализированы следующие характеристики: гигроскопическая влажность весовым методом, Ph водной и солевой вытяжки потенциометрически, углерод (гумус) мокрым сжиганием по Тюрину, гидролитическая кислотность по Каппену, сумма обменных оснований по Каппену-Гильковицу, обменная кислотность по Дайкухара, подвижный алюминий по Соколову, подвижный водород по Гедройцу [Аринушкина, 1970].

**Результаты химического анализа** образцов, отобранных из указанных выше наиболее характерных разрезов, приводятся в таблице 1.

Разрез № 1, заложенный на разнотравно-крупнотравном лугу в 50 м на северо-восток от «Грифона Иванова», характеризует дерновую слоисто-пепловую почву. Для неё характерен хорошо развитый дерновинный горизонт и три яруса погребённых почв, состоящих из в различной степени гумусированных горизонтов А, перемежающихся прослойками аэральных вулканических пеплов. Проведённые исследования показывают, что почва разреза испытывала воздействие термального источника «Котёл» до его затухания.

Разрез № 2, заложенный под берёзовым лесом в 50 м к югу от «Грифона Иванова» и в 10–15 м от границы распространения поверхностных травертиновых отложений, характеризует слоисто-пепловую почву на травертинах, формировавшуюся в максимальном приближении к источникам.

Разрезы № 3 и № 4 характеризуют такую же слоисто-пепловую почву на травертиновых отложениях под берёзовым лесом на удалении около 60 и 200 м от края травертиновой поляны, соответственно.

Сравнение показателей химических свойств почв по анализируемым разрезам показывают следующие изменения.

**Актуальная кислотность рН.** Кислотность солевой вытяжки дерновой слоисто-пепловой почвы (разрез № 2) практически не изменяется вниз по профилю. Поверхностный дерновый горизонт имеет слабокислую реакцию —  $5,95_{\text{KCl}}$  и  $6,22_{\text{H}_2\text{O}}$ , наиболее кислым оказывается слой 5–20 см, характеризующий погребённый гумусоаккумулятивный горизонт А ( $5,28_{\text{KCl}}$  и  $6,19_{\text{H}_2\text{O}}$ ) Вниз по профилю кислотность слабо уменьшается, но остаётся в градации слабокислой или близкой к нейтральной.

В разрезе № 2 кислотность верхних, слоисто-пепловых горизонтов почвы не анализировалась, в таблице 1 приведены результаты анализа

травертиновых горизонтов. Для них характерна слабощелочная реакция —  $pH_{KCl}$  колеблется в пределах 7,5–7,8. Такие показатели (слабощелочная реакция) резко отличаются от показателей почв, формирующихся в обычной для полуострова обстановке.

В разрезе № 3, характеризующем слоисто-пепловую почву на травертинах, кислотность верхних горизонтов, состоящих из аэральных пеплов и прошедших обычный цикл почвообразования (А и В) до глубины 15 см оценивается как слабокислая —  $pH_{KCl}$  5,1–5,6, погребённый гумусовый горизонт на границе с травертиновыми отложениями достаточно резко раскисляется ( $pH_{KCl}$  6,2;  $pH_{H_2O}$  6,8), становясь близким к нейтральному. Ниже расположенные горизонты травертина имеют такие же показатели pH, как и у разреза № 2–7,2–7,8.

В разрезе № 4 общая мощность почвенного профиля, формировавшегося в «нормальных» условиях, несколько больше, чем у разрезов 2 и 3. Для этих горизонтов кислотность почв оценивается как слабокислая,  $pH_{KCl}$  = 5,1–5,7, за исключением самого поверхностного горизонта, у которого кислотность равна 6,75. Травертиновые прослойки отчётливо выделяются с 35 см, их кислотность также оценивается как слабощелочная.

В целом для почв на травертинах резкий скачок кислотности в интервале глубин 15–35 см связан с глубиной залегания травертиновых отложений, подстилающих слоисто-пепловую колонку верхних горизонтов. Это достаточно необычно для почв полуострова (за исключением почв, формирующихся под влиянием минеральных источников), но соответствует составу травертина, как карбонатной породы.

Распределение по профилю почв гумуса (органических веществ) не отличается от закономерностей, отмеченных многими авторами для вулканических слоисто-охристых почв [Захарихина, Литвиненко, 2011]. Для характеризуемых почв в органогенных горизонтах отмечается содержание гумуса в пределах 9–16% и более, для пепловых прослоек оно колеблется от 0,5% до 1–2%. Наибольшее содержание органических веществ отмечено для дерновой слоисто-пепловой почвы разреза № 1, что объясняется её формированием под богатым травянистым покровом. Почвы разрезов № 3, 4 содержат довольно значительное количество органических веществ, резко уменьшающееся в пепловых и травертиновых горизонтах. Травертиновые прослойки содержат незначительное количество гумуса — 0,4–1,1%, причём органическое вещество, содержащееся в прослойках, имеет натёчный характер и визуально локализуется по поверхности корочек травертина, трещинам корок, в виде натёков бурого и чёрного цвета, внутренняя часть травертиновых корок (на изломе) обычно не имеет гумусовой прокраски. Не исключено, что часть органических веществ, содержащихся в прослойках травертина,



Таблица 1. Характеристика химического состава почв

Горизонт	Глубина отбора, см	Гигроскопическая влажность, %	pH вытяжки		Гумус, %	Гидролитическая кислотность, мг/экв на 100 г почвы	Сумма обменных оснований, мг/экв на 100 г почвы	Общая обменная кислотность, мг/экв на 100 г почвы	Обменная кислотность, мг/экв на 100 г почвы		Степень насыщенности основными, %
			Солевой	Водной					Al+++	H+	
<b>Разрез 1 – дерновая слоисто-пелловая почва</b>											
A1	1-3	6,94	5,95	6,22	–	15,75	42,75	1,45	0,96	0,49	73,08
[A]	5-20	3,77	5,28	6,19	16,55	10,50	18,80	0,39	0,20	0,19	64,16
II [A]	25-35	4,18	5,38	6,27	9,86	7,88	2,40	0,30	0,11	0,19	23,35
III [A]	40-50	7,47	5,45	6,30	10,38	7,35	5,00	0,30	0,11	0,19	40,49
III B	95-105	7,72	5,74	6,58	5,48	5,43	11,40	0,30	0,11	0,19	67,74
<b>Разрез 2 – наиболее близкая к источнику слоисто-пелловая почва на травертинах</b>											
Cm4	53-57	3,50	7,55	–	–	–	–	–	–	–	–
Cm5	60-70	2,94	7,73	–	0,48	–	49,60	–	–	–	–
Cm6	80	2,74	7,71	–	0,98	–	–	–	–	–	–
D	90	3,82	7,65	8,10	–	0,35	–	–	–	–	–
Cm7	119	1,72	7,83	–	0,48	–	49,80	–	–	–	–
<b>Разрез 3 – слоисто-пелловая почва на травертинах</b>											
AO	0-3	1,91	5,23	6,09	9,14	7,88	6,80	0,19	0,14	0,05	46,32
A1	3-6	3,02	5,07	5,92	12,50	9,28	10,00	0,77	0,72	0,05	51,87
B	6-12	3,98	5,60	6,23	11,57	6,48	7,60	–	–	–	53,98
D	12-14	5,84	5,62	6,31	11,38	6,3	11,40	0,30	0,28	0,02	64,41
II [A]	14-15	8,84	6,20	6,82	12,00	2,45	39,20	0,19	0,15	0,04	94,12

Горизонт	Глубина отбора, см	Гигроскопическая влажность, %	pH вытяжки		Гумус, %	Гидролитическая кислотность, мг/экв на 100 г почвы	Сумма обменных оснований, мг/экв на 100 г почвы	Общая обменная кислотность, мг/экв на 100 г почвы	Обменная кислотность, мг/экв на 100 г почвы		Степень насыщенности основными, %
			Солевой	Водной					Al+++	H+	
Cm1	15-22	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
D4	22-29	7,22	7,21	7,77	1,97	0,7	45,80	0,19	0,15	0,04	98,49
Cm2	30-40	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
D5	44-49	3,78	7,80	8,04	0,59	0,35	49,60	0,14	0,09	0,05	99,30
<b>Разрез 4 – наиболее удаленная от источника слоисто-пепловая почва на травертинах</b>											
A1	0-2	2,78	6,75	7,21	—	10,15	6,40	1,07	0,97	0,10	38,67
D	2-3	0,92	5,10	5,77	0,62	4,20	3,00	0,30	0,26	0,04	41,67
II [A]	3-6	1,88	5,15	5,87	7,24	7,00	10,00	0,39	0,35	0,04	58,82
IIIB	6-12	4,53	5,75	5,94	14,88	7,00	3,60	0,30	0,28	0,02	33,96
IID	12-17	3,45	5,56	5,93	5,65	7,00	3,00	0,11	0,04	0,07	30,00
III [A]	17-19	8,65	5,63	6,28	3,81	—	14,80	0,19	0,17	0,02	—
IIID	19-20	1,81	5,62	6,42	0,55	3,33	2,20	0,11	0,10	0,01	39,64
IIIB	21-26	1,07	5,64	6,28	1,17	2,80	2,20	0,11	0,10	0,01	44,00
IIID1	28-30	3,92	7,05	7,20	1,69	0,70	46,20	0,11	0,06	0,01	98,51
IV [A]	30-32	10,49	6,90	7,25	1,95	1,75	45,50	0,30	0,26	0,04	96,30
Cm1	35-40	4,39	7,63	7,95	0,95	0,18	49,60	0,11	0,10	0,01	99,64
Cm3	50-60	3,57	7,68	7,90	0,97	0,35	49,60	0,19	0,18	0,01	99,30
Cm4	60-65	4,04	7,78	7,93	0,09	0,35	49,60	0,11	0,10	0,01	99,30
Cm5	70-80	3,69	7,63	7,97	1,10	0,35	49,60	0,11	0,10	0,01	99,30
Cm6	80-85	3,51	7,76	8,12	0,45	0,35	49,80	0,11	0,10	0,01	99,30

образовалась из водорослей, развивавшихся в прогретых водах и отмиравших одновременно с отложением травертина. Вероятно, что по периферии травертиновых отложений «Котла» существовала зона ручейков, мелководных водоёмов и луж, заполненных тёплой водой, позволяющей круглогодично развиваться водорослям и гидробионтам. Косвенно эту гипотезу подтверждают находки в прослойках травертина хорошо сохранившихся раковин улиток.

Гидролитическая кислотность почвы разреза № 1 невысокая, максимальные значения её отмечаются в поверхностном горизонте, вниз по профилю постепенно понижаются. В разрезах № 3, 4 гидролитическая кислотность малая для горизонтов, содержащих органику и минимальная для травертиновых прослоек.

Сумма обменных оснований достаточно высокая в верхнем горизонте почв разреза № 1—42,75 мг/экв на 100 г абсолютно сухой почвы, низкая в погребённых горизонтах и прослойках пеплов и повышенная (45–49 мг/экв на 100 г абсолютно сухой почвы) в горизонтах травертинов в разрезах № 2, 3, 4.

Почвы всех анализированных разрезов хорошо насыщены основаниями, для разреза № 1 на глубине до 20 см она составляет 73–64% и понижается вниз по профилю, снова возрастает до 67% на глубине 95–105 см. Верхние части разрезов № 3, 4, сложенные аэральными пеплами, имели насыщенность обменными основаниями в пределах 30–64%, а глубже залегающие травертиновые слои практически полностью насыщены обменными основаниями (94–99%).

Влияние термальных источников проявляется и в величине обменной кислотности почв всех разрезов — она очень низкая, не превышает 1,45 мг/экв на 100 г абсолютно сухой почвы (в поверхностном слое разреза № 1). Обменную кислотность в основном формируют ионы  $Al^{+++}$ , на долю ионов  $H^+$  приходится менее трети обменных катионов.

Таким образом, приведённые данные химических анализов характеризуют особые свойства почв, формирующихся на травертиновых отложениях термоминеральных источников. Наибольшие изменения химических свойств почв в зависимости от удаления от источника прослеживаются в разных значениях рН.

## Литература

*Аринушкина Е.В.* 1970. Руководство по химическому анализу почв. — М.: МГУ. — 487 с.

*Гольдфарб И.Л.* 2005. Влияние гидротермального процесса на почвообразование (на примере Камчатки): Автореф. дисс. ... канд. геогр. наук. — М.: МГУ. — 24 с.

*Захарихина Л. В., Литвиненко Ю. С.* 2011. Генетические и геохимические особенности почв Камчатки. — М.: Наука. — 245 с.

*Зонн С. В., Карпачевский Л. О., Стефин В. В.* 1963. Лесные почвы Камчатки. — М.: Изд-во АН СССР. — 353 с.

*Казаков Н. В.* 2015. Почвенный покров на гидротермальных субстратах источника «Большой котёл» Налычевской долины (Восточная Камчатка) // Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей: Мат-лы XVI Междунар. науч. конф. — Петропавловск-Камч.: Камчатпресс. — С. 294–298.

*Казаков Н. В.* 2023. Почвы окрестностей термальных площадок «Котёл» и Грифон Иванова» (Налычевская гидротермальная система, Восточная Камчатка // Вестн. КРАУНЦ. Науки о Земле. — № 4. — Вып. 60. — С. 67–79.

*Масуренков Ю. П., Комкова Л. А.* 1978. Геодинамика и рудообразование в купольно-кольцевой структуре вулканического пояса. — М.: Наука. — 274 с.

*Новограбленов П. Т.* 1929. Налычевские и Краеведческие горячие ключи на Камчатке // Изв. Рус. геогр. о-ва. — С. 285–297.

*Пийп Б. И.* 1937. Термальные ключи Камчатки. — М.; Л.: Изд-во АН СССР. — 268 с.

*Соколов И. А.* 1973. Вулканизм и почвообразование (на примере Камчатки). — М.: Наука. — 224 с.

*Солнцева Н. П., Гольдфарб И. Л.* 1998. Генетические модели почвообразования на территории современных термальных полей Камчатки // Регион. пробл. экологии, географии и картографии почв (к 100-летию со дня рождения Ю. А. Ливеревского). — М.; Смоленск: Изд-во СГУ. — С. 122–142.

*Шишканова К. О.* 2006. Новые данные о составе осадков из грифона Иванова (Налычевская гидротермальная система, Восточная Камчатка) // Вестн. КРАУНЦ. Науки о Земле. — № 2. — Вып. 8. — С. 201–205.

## КАК СОВМЕСТНОЕ ПРОИЗРАСТАНИЕ ВЛИЯЕТ НА ФЛУОРЕСЦЕНЦИЮ ХЛОРОФИЛЛА В ЛИСТЬЯХ ПИОНЕРНЫХ ВИДОВ НА ВУЛКАНИЧЕСКИХ СУБСТРАТАХ?

**А. П. Кораблёв\***, **Е. В. Сандалова\*\***, **К. А. Арапов\***

\*Ботанический институт им. В. Л. Комарова РАН, Санкт-Петербург

\*\*Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова

*How does co-growing affect chlorophyll fluorescence in leaves of pioneer species  
on volcanic substrates?*

**A. P. Korablev\***, **E. V. Sandalova\*\***, **K. A. Arapov\***

\*Komarov Botanical Institute of RAS, St. Petersburg

\*\*Lomonosov Moscow State University

Большое трещинное Толбачинское извержение, произошедшее в 1975–1976 гг. в Центральной Камчатке, уничтожило более сотни квадратных километров растительного покрова и тем самым сформировало новую экосистему [Кораблёв, Нешатаева, 2016]. Обширное пеплово-шлаковое поле в центральной части плато, изначально полностью лишённое органики и с минимальным содержанием элементов минерального питания, с самого момента его образования начало осваиваться живыми организмами. Показано, что первыми колонизаторами вновь образованных экотопов являются бактерии, водоросли, пауки и другие мелкие беспозвоночные животные, заносимые ветром. Однако основу трофической сети в экосистеме составляют автотрофные организмы, в первую очередь растения. И именно их появление в новой экосистеме существенно изменяет её функционирование. Первые растения начали поселяться на пеплово-шлаковые поля вскоре после их образования. Однако до сих пор, спустя 49 лет, растительный покров на большей части плато крайне разрежен и представлен разрозненными особями и небольшими группами растений. Результаты предыдущих исследований показали, что основные факторы, тормозящие сукцессию, это — высокая подвижность субстрата, бедные условия минерального питания растений, удалённость от источников семян.

Известно, что первичная сукцессия часто идёт по модели пятнистой динамики (“patch dynamics”) [Walker, del Moral, 2003], когда растительный покров представлен разрастающимися куртинами растений, которые постепенно смыкаются. Также в первичной сукцессии при высоком уровне стресса

распространён эффект растения-няни, при котором более приспособленный вид (бенефактор), поселяясь на свободную территорию, создаёт в своей куртине благоприятные условия для поселения других, менее адаптированных видов (бенефициаров). Результаты исследования прошлого года показали, что таким растением-няней на шлаковых полях Толбачинского дола является *Leymus interior* [Korablev et al., 2024]. Согласно гипотезе градиента стресса “stress-gradient hypothesis” [Bertness, Callaway, 1994], при усилении стресса увеличивается роль положительных взаимоотношений между видами. Остаётся не до конца решённым вопрос, что преобладает в стрессовых условиях местообитания и низкого минерального питания при совместном произрастании видов: конкуренция или положительные взаимодействия?

Целью нашего полевого исследования было выявить как влияют друг на друга растения при колонизации пеплово-шлаковых отложений. Для этого мы исследовали влияние друг на друга 5 модельных видов: растения-няни *Leymus interior* и четырёх подсеяющихся в его куртины видов *Ermania parryoides*, *Stellaria eschscholtziana*, *Populus suaveolens* и *Salix bebbiana*. Мы измерили параметры флуоресценции хлорофилла в листьях модельных видов при помощи флуориметра FluorPen FP 110 (Photon Systems Instruments, Чехия). Флуоресценцию измеряли после теневой адаптации листьев в течение 30 минут через ОЖР-тест. В качестве показателя угнетённости растения анализировали индекс Fv/Fm — максимальный фотохимический квантовый выход фотосистемы II. Мы сравнили значения Fv/Fm в листьях модельных видов при их одиночном произрастании и при совместном произрастании двух видов в пределах одной куртины. На каждой особи измеряли по 5 листьев, затем данные усредняли. Измерения были выполнены в 10 биологических повторностях. Значимость различий оценивали при помощи пермутационного t-теста.

Результаты показали, что подселение видов в куртину *Leymus interior* не оказывает значимого эффекта на показатель Fv/Fm в его листьях. Для двух видов, *Stellaria eschscholtziana* и *Populus suaveolens*, наблюдается значимое увеличение показателя Fv/Fm при их произрастании в куртине *Leymus interior* на уровне значимости  $p < 0.01$  и  $< 0.05$ , соответственно. Для *Ermania parryoides* и *Salix bebbiana* различия в показателе Fv/Fm были не значимы.

Исследование показывает, что в нашем случае по показателям флуоресценции хлорофилла растение-няня не испытывает конкурентного воздействия со стороны видов, подсеяющихся в его куртину. Так же виды, подсеяющиеся в куртину *Leymus interior*, не испытывают угнетения. Для *Stellaria eschscholtziana* и *Populus suaveolens* отмечено положительное влияние со стороны растения-няни, выраженное в увеличении показателя Fv/Fm по сравнению с их одиночным произрастанием.

Авторы выражают большую признательность администрации и сотрудникам лаборатории экологии растений КФ ТИГ ДВО РАН и дирекции природных парков «Вулканы Камчатки» за неоценимую помощь в организации полевых исследований.

Исследование выполнено за счёт гранта Российского научного фонда № 23-24-00650, <https://rscf.ru/project/23-24-00650>.

## Литература

*Кораблёв А.П., Нешатаева В.Ю.* 2016. Первичные вулканогенные сукцессии растительности лесного пояса на плато Толбачинский дол (Камчатка) // Изв. РАН. Сер. Биол. — № 4. — С. 366–377.

*Bertness M., Callaway R.* 1994. Positive interactions in communities // Trends Ecol. Evol. — Vol. 9. Iss. 5. — P. 191–193.

*Korablev A.P., Sandalova E.V., Arapov K.A., Zaripova K.M.* 2024. Biomorphological traits and leaf dry matter content are important to plant persistence in a highly unstable volcanic ground // Nat. Conserv. Res. — Vol. 9. Iss. 2. — P. 73–89.

*Walker L.R., Moral R. del.* 2003. Primary succession and ecosystem rehabilitation. — Cambridge: Cambridge Univ. Press. — 422 p.

## СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ГРУППИРОВКИ КАЛАНОВ *ENHYDRA LUTRIS L.* У ВОСТОЧНОГО ПОБЕРЕЖЬЯ КАМЧАТКИ (о. КРАШЕНИННИКОВА – бух. БЕЧЕВИНСКАЯ)

**С.И. Корнев**

Камчатский филиал Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии (КамчатНИРО), Петропавловск-Камчатский  
Камчатский филиал Тихоокеанского института географии (КФ ТИГ) ДВО РАН,  
Петропавловск-Камчатский

*The current state of the sea otter *Enhydra lutris L.* group by the eastern coast of Kamchatka (Krashennnikov Island — Bechevinskaya Bay)*

**S.I. Kornev**

Kamchatka Branch of Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography (KamchatNIRO), Petropavlovsk-Kamchatsky  
Kamchatka Branch of Pacific Geographical Institute (KB PGI) FEB RAS,  
Petropavlovsk-Kamchatsky

В последнее десятилетие происходит снижение численности калана во многих частях российского ареала, кроме южных Курильских островов (Семёнов, личное сообщение) [Корнев, 2023; Корнев, Маршук, 2023; Мамаев, 2023; Корнев, 2024, наст. сб.]. На Камчатке, по данным последних учётов, выполненных в 2021 и 2022 гг., численность калана оценивалась в 1565 особей и 1089 особей, соответственно [Бурдин, Волкова, 2022; Семёнов, Евфратова, 2023]. В 2022 г. основные скопления данного вида отмечались в Авачинском и Кроноцком заливах [Бурдин, Волкова, 2022], в то время как вплоть до начала 2000-х гг. большая часть популяции обитала на юге полуострова у о. Уташуд (1140 особей) и в районе м. Лопатка (4185 особей) [Никулин и др., 2002].

Причины перераспределения каланов не установлены, но, вероятно, связаны с истощением кормовых ресурсов на северных Курильских островах и юге Камчатки [Бурдин, Волкова, 2022].

С этой целью 06 и 07.2024 г на экспедиционном судне «Ларус» была обследована акватория на участке от бух. Бечевинской до о. Крашенинникова для учёта численности и оценки распространения и кормовой базы калана (рис. 1). Учёты проводились с палубы судна с регистрацией всех встреченных каланов по навигатору. При высадке на о. Крашенинникова акватория осматривалась также с возвышенностей острова.



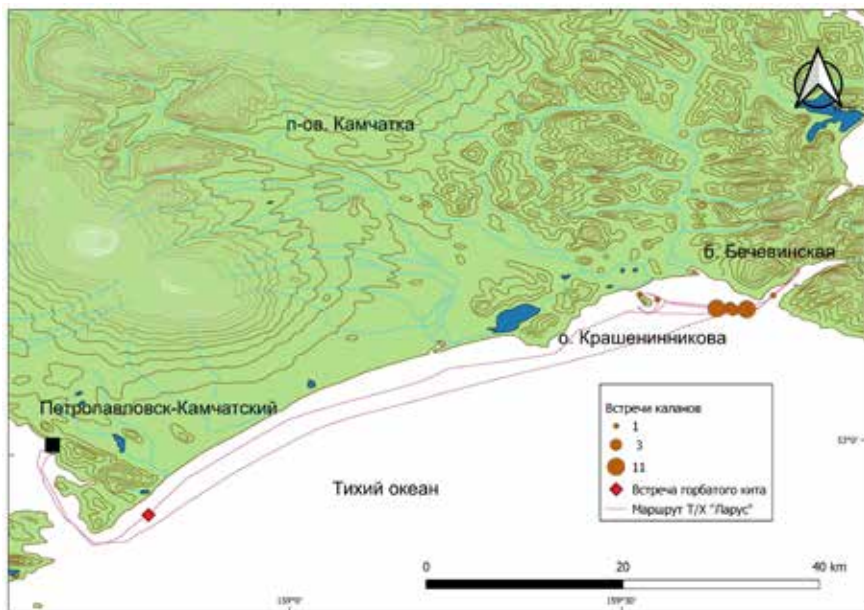


Рис. 1. Трек движения судна и точки встреч каланов в рейсе 6–7 июня 2024 г.

Кроме того, была обследована литораль после отлива на острове и произведён сбор зимних и весенних экскрементов калана в месте их выхода на береговую террасу. Всего за время экспедиции было собрано и изучено 38 образцов питания калана, обнаруженных на лежбище о. Крашенинникова.

На участке от о. Крашенинникова до б. Бечевинская было учтено 17 одиночных взрослых животных и 7 самок со щенками (рис. 1).

Один из каланов, в возрасте около 1 года, был обнаружен на косе о. Крашенинникова (рис. 2).

В 2022 г в данном районе была зарегистрирована крупная группа численностью в 150 особей [Бурдин, Волкова, 2022]. Однако в 2024 г. мы не обнаружили подобного скопления животных, поскольку не обследовали мелководные районы, прилегающие вплотную к берегу, а вели учёт только с судна, поэтому есть вероятность недоучёта многих животных.

В литоральной зоне во время полного отлива были обнаружены многочисленные обрастания прибрежных камней мидией, а также брюхоногие и другие моллюски, что указывает на удовлетворительное состояние кормовых ресурсов для калана (рис. 3).



Рис. 2. Калан на о. Крашенинникова, 7.06.2024



Рис. 3. Обрастание прибрежных камней мидией на о. Крашенинникова

Как показали результаты изучения состава питания калана на о. Крашенинникова, большая часть пищи состояла из двустворчатых моллюсков (мидия, силиква и перонидия) и из ракообразных (рис. 4).

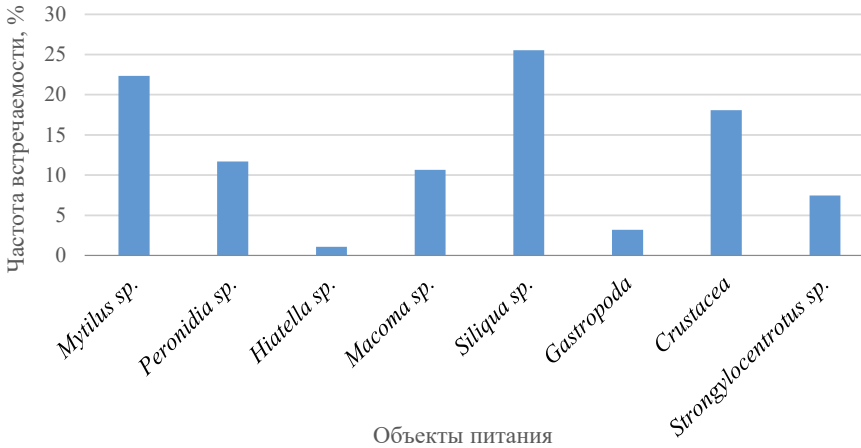


Рис. 4. Встречаемость беспозвоночных в питании калана на о. Крашенинникова в 2024 г.

Сходный спектр питания с использованием небольшого количества видов в рационе характерен для малозаселённых районов обитания калана и с относительно неплохой кормовой базой. Там, где калан живёт долгое время, в питании наблюдается более обширный состав видов, например, на северных Курильских островах [Корнев, Корнева, 2006].

Представляет научный интерес процесс адаптации калана к интенсивной хозяйственной деятельности в районе б. Бечевинской и строительству там терминала и всей инфраструктуры по приёму СПГ.

В целом, несмотря на интенсивное судоходство и продолжающееся строительство газового терминала в бух. Бечевинской, каланы, вероятно, адаптируются к такому антропогенному воздействию и данная группа животных обитает в этом районе постоянно.

Однако изучение влияния хозяйственной деятельности в данном районе на состояние данной группировки каланов и других морских млекопитающих следует продолжить.

## Литература

Бурдин А. М., Волкова Е. В. 2022. Численность и распределение каланов на побережье Восточной Камчатки в 2022 г. // Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей: Мат-лы XXIII Междунар. науч. конф. (Петропавловск-Камч., 16–17 нояб. 2022 г.). — Петропавловск-Камч.: Камчатпресс. — С. 148–152.

Корнев С. И. 2023. Современная численность калана (*Enhydra lutris* L.) на Курильских островах (Шумшу, Парамушир, Уруп) // Сб. ст. XI Междунар. конф. «Морские млекопитающие Голарктики» (1–5 марта 2021 г.). — М.: Совет по мор. млекопитающим. — С. 144–158.

Корнев С. И. 2024. Новые данные по распределению и численности калана, сивуча, ларги и китообразных у северо-восточного побережья Камчатки // Мат-лы VIII Междунар. науч.-техн. конф. «Актуальные проблемы освоения биологических ресурсов Мирового океана» (Владивосток, 23–24 мая 2024 г.). — Владивосток: Дальрыбвтуз. — С. 140–150. (Электронное издание).

Корнев С. И., Корнева С. М. 2006. Некоторые критерии оценки состояния и динамики популяций калана (*Enhydra lutris*) в российской части ареала // Экология. — № 3. — С. 190–198.

Корнев С. И., Маришук С. П. 2023. Оценка состояния популяции калана на северных Курильских островах (Шумшу, Парамушир) в 2023 г. // Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей: Мат-лы XXIV Междунар. науч. конф. — Петропавловск-Камч.: Камчатпресс. — С. 233–236.

Мамаев Е. Г. 2023. Современное состояние численности ластоногих и калана на Командорских островах // Морские млекопитающие Голарктики. Сб. науч. тр. XI Междунар. конф. (1–5 марта 2021 г.). — С. 193–201.

Никулин В. С., Вертянкин В. В., Бурдин А. М., Кононов А. П. 2002. Распределение и численность каланов на Камчатке // Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей: Мат-лы III науч. конф. (Петропавловск-Камч., 26–27 нояб. 2002 г.). — Петропавловск-Камч.: КамчатНИРО. — С. 79–81.

Семёнов А. Р., Евфратова С. С. 2023. Распределение и численность морских млекопитающих в прибрежной зоне Юго-Восточной Чукотки, Восточной Камчатки и Курильских островов летом 2018–2019 гг. // Морские млекопитающие Голарктики: Сб. науч. тр. XI Междунар. конф. (1–5 марта 2021 г.). — М.: Совет по мор. млекопитающим. — С. 262–274.

**ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ ДАННЫЕ ПО СОСТАВУ  
И ВИДОВОМУ РАЗНООБРАЗИЮ КОМПОНЕНТОВ  
ПИТАНИЯ КАЛАНА *ENHYDRA LUTRIS* L. НА ДВУХ  
ЛЕЖБИЩАХ о. БЕРИНГА (КОМАНДОРСКИЕ ОСТРОВА)  
В ЗИМНИЙ ПЕРИОД 2022 г.**

**С. И. Корнев<sup>\*,\*\*</sup>, Д. Д. Данилин<sup>\*</sup>**

<sup>\*</sup>Камчатский филиал Тихоокеанского института географии (КФ ТИГ) ДВО РАН,  
Петропавловск-Камчатский

<sup>\*\*</sup>Камчатский филиал Всероссийского научно-исследовательского института рыбного  
хозяйства и океанографии (КамчатНИРО), Петропавловск-Камчатский

*Preliminary data on the composition and species diversity of sea otter *Enhydra lutris* L.  
feeding components on two rookeries of Bering Island (Commander Islands)  
in winter 2022*

**S.I. Kornev<sup>\*,\*\*</sup>, D.D. Danilin<sup>\*</sup>**

<sup>\*</sup>Kamchatka Branch of Pacific Geographical Institute (KB PGI) FEB RAS,  
Petropavlovsk-Kamchatsky

<sup>\*\*</sup>Kamchatka Branch of Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography  
(KamchatNIRO), Petropavlovsk-Kamchatsky

Основу биогеоценотических связей в сообществах составляют трофические отношения, для количественной оценки которых необходимо иметь данные о численности видов и групп гидробионтов, о составе и величине их рационов, а также объёмах их кормовой базы. Морские млекопитающие в этом отношении изучены недостаточно, хотя по некоторым видам и районам накопленная информация позволяет делать конкретные выводы или выдвигать версии с разной степенью правдоподобности об их месте и роли в морских и океанических сообществах [Шунтов, Иванов, 2015]. В нашем небольшом исследовании мы попытались дополнить знания о трофических отношениях морских млекопитающих на примере калана в современный период, когда динамика его численности на Командорских островах показывает стабильное снижение [Мамаев, 2023].

В начале 2000-х гг. в пище каланов Командорских островов преобладали иглокожие и рыбы. Доля моллюсков в большинстве проб составляла всего 10–15% [Корнев, Корнева, 2004; Корнева, 2007; Корнев и др., 2012; Данилин, 2014]. В отличие от калана, обитающего у северных Курильских островов, командорская популяция чаще использовала в пищу брюхоногих

моллюсков. Во многих пробах встречались остатки хитонов (род *Tonicella*), что указывало на то, что это обычный компонент питания калана Командорских островов, в отличие от калана камчатско-курильской популяции. Из двустворчатых моллюсков наиболее часто встречались такие виды как: *Modiolus modiolus*, *Hiatella arctica*, *Thracia* sp., *Vilasinia* sp., *Mactromeris polynyma*. Большинство обнаруженных остатков моллюсков относилось к молодежи и мелким особям, либо принадлежали к тем видам, которые не достигают крупных размеров (в основном 30–40 мм). Сравнение данных начала XXI в. с исследованиями, проведёнными в 1947, 1968 гг. на Командорских островах [Барабаш-Никифоров и др., 1968; Мараков, 1975], свидетельствовало о том, что доля двустворчатых моллюсков и ракообразных в пище каланов Командорских островов значительно уменьшилась. А присутствие во многих пробах только рыбных остатков указывало на истощение кормовой базы бентосных организмов и переход калана на нетипичное для него питание. Это был период (1990–2007 гг.) наибольшей численности калана на Командорских островах в XX–XXI вв. [Никулин и др., 2008].

Материалом для данной работы послужили копрологические пробы питания калана, собранные на севере о. Беринга на Командорских островах в 2022 г. Картограмма мест сбора проб приведена на рисунке 1.

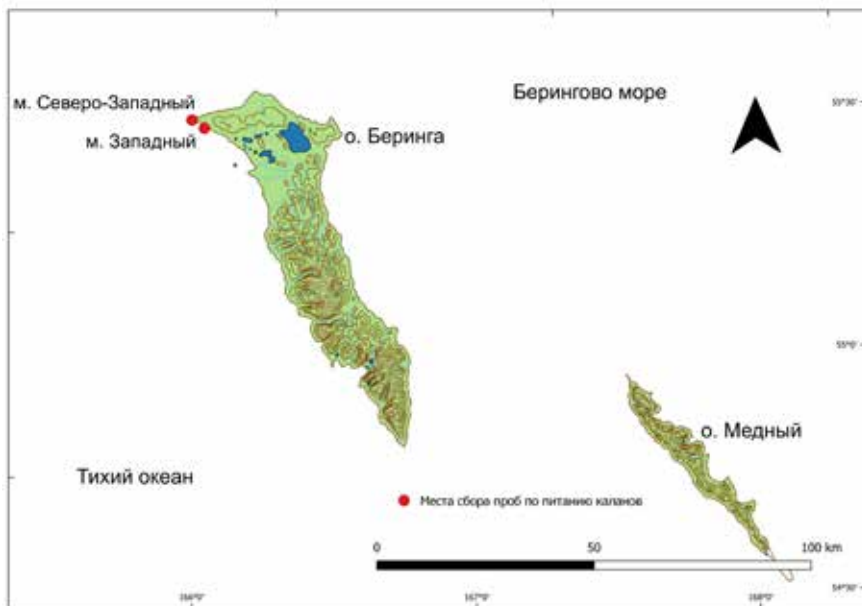


Рис. 1. Картограмма мест взятия проб по питанию калана на острове Беринга в 2022 г.

Пробы для настоящего исследования были собраны в период уменьшения численности каланов на о. Беринга. По нашим наблюдениям, с 2021 по 2024 г. в северной части о. Беринга (м. Западный — Северо-Западное лежбище) численность каланов уменьшилась со 100 до 16 особей или более чем в 5 раз.

Анализ потребляемой пищи бы сделан согласно общепринятой методике: пробы собирались на берегу, высушивались, взвешивались, затем промывались через мелкое сито и разбирались под микроскопом. Всего обработано 56 проб. Видовой состав встречаемых организмов и частота их встречаемости представлены в таблице 1.

Всего в составе потребляемой пищи каланов двух лежбищ в сезон 2022 г. обнаружено более 35 видов рыб и донных беспозвоночных, из которых 26 удалось определить до вида. Необходимо отметить, что такой распространённый на Командорских островах вид двустворчатых моллюсков как *M. luteus*, ранее часто отмечавшийся в пище каланов Командорских островов [Барабаш-Никифоров и др. 1968; Данилин, 2014], в изученных пробах был единичен. Значительно уменьшилась доля глубоководного палевого морского ежа *S. pallidus* и, наоборот, увеличилась доля *S. droebachiensis*. Были найдены пробы, состоящие из большого количества особей практически одного вида моллюсков или ракообразных, что свидетельствует о высокой плотности указанных объектов в сублитеральной зоне. Несмотря на достаточную близость сравниваемых лежбищ, имеются явные приоритеты в объектах питания каланов. Так, на мысе Западном иглокожие составляют чуть более 30% по частоте встречаемости, в то время как на Северо-Западном лежбище частота встречаемости этой группы превышает 85%. Хитон *B. beringensis*, обычный у Северо-Западного лежбища, полностью отсутствовал в пробах, собранных на Западном лежбище.

Видов, частота встречаемости которых в пищевом комке калана на Северо-Западном лежбище равнялась или превышала 50%, оказалось пять: *Oregonia gracilis*, *S. droebachiensis*, *Dermaturus mandtii*, *Hapalogaster grebnitzkii*, *S. polyacanthus*. На мысе Западном гастрономические предпочтения каланов были более разнообразны и равномерны. Только один объект превысил по встречаемости 50%, это *H. grebnitzkii* (65,2%). Примечательно, что вторым по частоте встречаемости оказался хитон *Tonicella submarmorea* (47,8%). Достаточно необычным объектом в зимних пробах оказались такие донные беспозвоночные, как брахиоподы, причём, как показал анализ, частота встречаемости этих организмов составила 8,7% на Западном лежбище и 11,8% на Северо-Западном. О том, что эти организмы в пробах не случайны, свидетельствует количество найденных экземпляров в изученных пробах.

Таблица 1. Объекты питания и частота их встречаемости на двух лежбищах острова Беринга в 2022 г.

№ п/п	Мыс Западный		Мыс Северо-Западный	
	Встреченные организмы	Частота встречаемости, %	Встреченные организмы	Частота встречаемости, %
1	Pisces	30,4	Pisces	38,2
2	<i>Strongylocentrotus polyacanthus</i>	8,7	<i>Strongylocentrotus polyacanthus</i>	76,5
3	<i>Strongylocentrotus droebachiensis</i>	8,7	<i>Strongylocentrotus droebachiensis</i>	55,9
4	<i>Strongylocentrotus pallidus</i>	8,7	<i>Strongylocentrotus pallidus</i>	11,8
5	<i>Hapalogaster grebnitzkii</i>	65,2	<i>Hapalogaster grebnitzkii</i>	67,6
6	<i>Dermaturus mandtii</i>	30,4	<i>Dermaturus mandtii</i>	55,9
7	<i>Pagurus</i> sp.	4,3	<i>Pagurus</i> sp.	2,9
8	<i>Paralithodes brevipes</i>	4,3	<i>Hyas coarctatus</i>	29,4
9	<i>Hyas</i> sp.	13,0	<i>Oregonia gracilis</i>	50
10	<i>Tonicella submarmorea</i>	47,8	<i>Chionoecetes</i> sp.	2,9
11	Gastropoda fam. sp.	8,7	<i>Paralithodes brevipes</i>	5,9
12	<i>Lottia</i> sp.	21,7	<i>Balanus crenatus</i>	11,8
13	<i>Mytilus trossulus</i>	4,3	<i>Boreochiton beringensis</i>	2,9
14	<i>Modiolus modiolus</i>	39,1	<i>Tonicella submarmorea</i>	8,8
15	<i>Musculus niger</i>	8,7	Gastropoda fam. sp.	17,6
16	<i>Hiatella arctica</i>	21,7	<i>Lottia</i> sp.	2,9
17	<i>Mya</i> sp. juv.	8,7	<i>Cryptonatica</i> sp.	2,9
18	<i>Protothaca staminea</i>	43,5	<i>Mytilus trossulus</i>	8,8
19	<i>Megangulus luteus</i>	4,3	<i>Modiolus modiolus</i>	44,1
20	<i>Macoma</i> sp.	4,3	<i>Hiatella arctica</i>	8,8
21	<i>Siliqua alta</i>	26,1	<i>Mya pseudoarenaria</i>	8,8
22	<i>Chlamys</i> sp.	4,3	<i>Protothaca staminea</i>	41,2
23	<i>Zirfaea crispata</i>	4,3	<i>Pododesmus macrochisma</i>	2,9
24	Brachiopoda fam. sp.	8,7	<i>Megangulus luteus</i>	5,9
25	Polyhaeta fam. sp.	4,3	<i>Macoma calcarea</i>	2,9
26			<i>Liocyra fluctuosa</i>	2,9
27			<i>Siliqua alta</i>	2,9
28			<i>Mactromeris polynyma</i>	11,8
29			<i>Keenocardium californiense</i>	2,9
30			<i>Cyclocardia</i> sp.	2,9
31			Brachiopoda fam. sp.	11,8



Полученные нами предварительные результаты свидетельствуют о постепенном восстановлении кормовой базы калана на Командорских островах, расширении её разнообразия при постоянном присутствии в питании традиционных калорийных видов донных беспозвоночных: моллюсков, морских ежей, ракообразных.

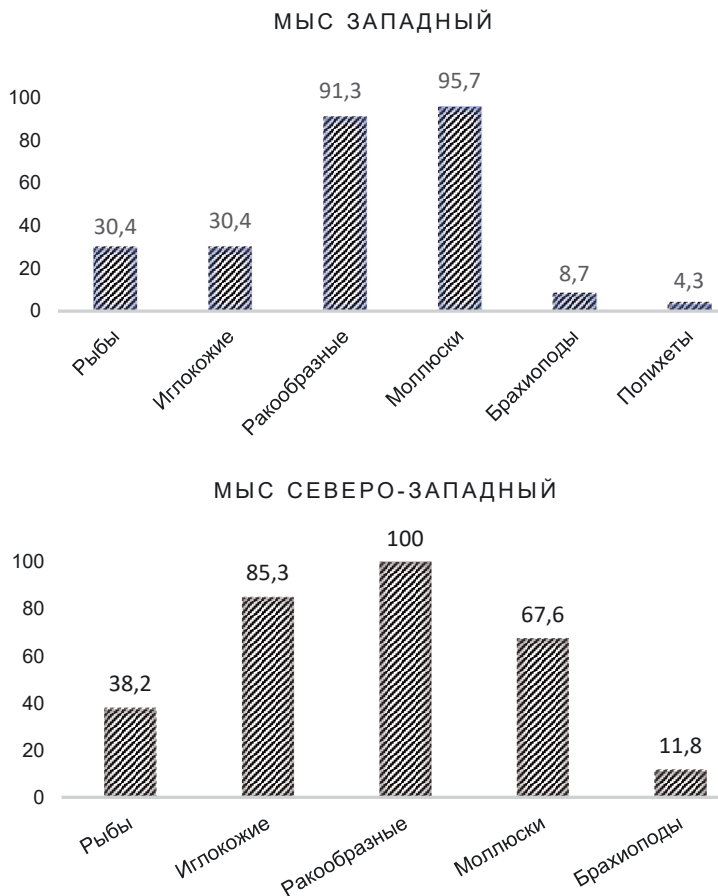


Рис. 2. Частота встречаемости различных групп организмов в питании калана на о. Беринга в 2022 г. на разных лежбищах (по оси ординат – частота встречаемости в %, по оси абсцисс – группы встреченных организмов)

Снижение процента потребления рыб и исчезновения проб, состоящих из останков только рыб, как это было в начале 2000-х гг., свидетельствует о доступности традиционных кормов для всех особей изученной популяции. Интересно отметить появление узкой специализации отдельных особей каланов, которые научились добывать моновидовые корма с минимальными энергетическими затратами на передвижение. По нашему мнению, такая возможность появилась у животных в результате снижения численности, а вместе с ней пищевой конкуренции, и явного снижения прессинга на организмы бентоса.

**Благодарности.** Авторы благодарят д. б. н. Бориса Ивановича Сиренко за ценные замечания и определения хитонов, д. б. н. Вячеслава Степановича Лабая за определение ракообразных.

## Литература

*Барабаш-Никифоров И.И., Мараков С.В., Николаев А.М.* 1968. Калан — морская выдра. — Л.: Наука. — 184 с.

*Данилин Д.Д.* 2014. Двусторчатые моллюски западной части Берингова моря и тихоокеанских вод Камчатки: видовой состав, экологическое и промысловое значение: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. — Петропавловск-Камч.: КамчатГТУ. — 23 с.

*Корнев С.И., Корнева С.М.* 2004. Характеристика питания камчатско-курильской и командорской популяций калана (*Enhydra lutris*) // Морские млекопитающие Голарктики: Сб. науч. тр. III Междунар. конф. (Коктебель, 11–17 окт. 2004 г.). — М.: КМК. — С. 269–273.

*Корнев С.И., Никулин В.С., Мамаев Е.Г., Белонович О.А.* 2012. Основные результаты исследований морских млекопитающих в 1960–2011 гг. // Исслед. вод. биол. ресурсов Камчатки и сев.-зап. части Тихого океана. — Вып. 25. — С. 219–240.

*Корнева С.М.* 2007. Влияние калана (*Enhydra lutris*) на структуру прибрежных сообществ в российских водах: автореф. дис. ... канд. биол. наук. — Петропавловск-Камч.: КамчатГТУ. — 22 с.

*Мамаев Е.Г.* 2023. Современное состояние численности ластоногих и калана на Командорских островах // Морские млекопитающие Голарктики: Сб. науч. тр. XI Междунар. конф., 1–5 марта 2021 г. — С. 193–201.

*Мараков С.В.* 1975. Изменение в питании каланов острова Медного // Морские млекопитающие: Мат-лы VI Всесоюз. совещ. — Киев: Наукова думка. — С. 203–205.

*Никулин В.С., Вертянкин В.В., Фомин В.В.* 2008. Каланы (*Enhydra lutris* L.) Командорских островов (краткий очерк развития популяции) // Сб. науч. тр. Камч. НИИ рыб. хоз-ва и океанографии. — Петропавловск-Камч.: КамчатНИРО. — Вып. 10. — С. 90–108.

*Шунтов В.П., Иванов О.А.* 2015. Морские млекопитающие в макроэкосистемах дальневосточных морей и сопредельных вод Северной Пацифики // Изв. ТИНРО. — Т. 181(2). — С. 57–76.

## ГЕНЕТИЧЕСКАЯ ДИФФЕРЕНЦИАЦИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ НЕРКИ *ONCORHYNCHUS NERKA* оз. КУРИЛЬСКОГО (ЮЖНАЯ КАМЧАТКА)

**О.А. Пильганчук\***, **В.В. Крыженовская\*\***, **А.Д. Денисенко\***, **В.В. Савенков\***,  
**У.О. Муравская\***, **С.А. Травин\***

\*Камчатский филиал Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства  
и океанографии (КамчатНИРО), Петропавловск-Камчатский

\*\*Камчатский государственный университет (КамГУ) им. Витуса Беринга,  
Петропавловск-Камчатский

*Genetic differentiation of sockeye salmon *Oncorhynchus nerka* spawners  
in Kurilskoye Lake (Southern Kamchatka)*

**O.A. Pilganchuk\***, **V.V. Kryzhenovskaya\*\***, **A.D. Denisenko\***, **V.V. Savenkov\***,  
**U.O. Muravskaya\***, **S.A. Travin\***

\*Kamchatka Branch of Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography  
(KamchatNIRO), Petropavlovsk-Kamchatsky

\*\*Vitus Bering Kamchatka State University (KamSU), Petropavlovsk-Kamchatsky

Нерка *Oncorhynchus nerka* — один из ценнейших промысловых видов рыб. Как и большинство представителей тихоокеанских лососей, она имеет сложную внутриволюционную организацию. Самое многочисленное на азиатской части ареала стадо нерки воспроизводится на юго-западе Камчатского п-ова в оз. Курильском. В бассейне этого озера встречаются три типа нерестилищ: озёрные, расположенные на литорали озера; речные, расположенные в реках, впадающих в озеро; нерестилища в ключах [Крохин, Крогиус, 1937; Остроумов, 1970]. На одних и тех же нерестилищах нерка может нереститься несколько раз за сезон. Нерестовый ход нерки в р. Озёрной начинается в конце мая и завершается в октябре [Егорова, 1970]. Сезонные периоды в нерестовом ходе чётко не выражены и долгое время существовало мнение, что популяция озерновской нерки состоит только из представителей поздней сезонной расы [Егорова, 1970; Крогиус, 1983]. Однако анализ, проведённый на основе молекулярно-генетических маркеров, показал наличие различий между выборками нерки из уловов закидных неводов в нижнем течении р. Озёрной в различные периоды нерестового хода в 2011 г. [Пильганчук и др., 2014].

Целью настоящего исследования является оценка уровня дифференциации производителей нерки на нерестилищах оз. Курильского на основе аллельной изменчивости микросателлитных локусов ядерной ДНК.

Материал для проведения исследования был собран в 2015 г. на четырёх нерестилищах оз. Курильского (рис. 1, табл. 1). Генетические пробы производителей нерки на каждом нерестилище отбирались 24.07.2015 и 15.09.2015. Всего проанализировано 8 выборок, в количестве 384 экз. Популяционно-генетические исследования выполняли на основе девяти микросателлитных локусов — *Oki1a*, *Oki1b*, *Oki6* [Smith et al., 1998], *Ots107* [Nelson, Beacham, 1999], *OtsG68* [Williamson et al., 2002], *One104*, *One109* [Olsen et al., 2000], *Omm1037* [Rexroad et al., 2002], *Omy301* [Jackson et al., 1998].

В программном пакете GDA рассчитывали частоту аллелей, ожидаемую  $H_e$  и наблюдаемую  $H_o$  гетерозиготности, среднее число аллелей на локус, соответствие распределению Харди-Вайнберга [Lewis, Zaykin, 2001]. Значения аллельного разнообразия, скорректированные для единого минимального объёма выборки, рассчитывали в FSTAT 2.9.3 [Goudet, 1995]. Для оценки информативности микросателлитных локусов вычисляли показатель уровня информационного полиморфизма (polymorphism information content,  $PIC$ ) в программном приложении Cervus 3.0.7 [Botstein et al., 1980]. Определение количества генетических кластеров выполняли в программе STRUCTURE2.3.4 [Pritchard et al., 2000]. Количество генетических кластеров определяли в программе StructureSelector [Li, Liu, 2018] на основе метода Пюхмайля [Puechmaille, 2016].



Рис. 1. Карта-схема сбора материала:

1 – VYCH1; 2 – KNAK1; 3 – ETAM1; 4 – OLAD1; 5 – VYCH2; 6 – KNAK2;  
7 – ETAM2; 8 – OLAD2. Обозначения выборок приведены в таблице 1

Таблица 1. Характеристика материала, использованного для исследования изменчивости нерки бассейна оз. Курильского

Место сбора	Дата сбора	Условное обозначение	Объём выборки, экз.
р. Выченкия	24.07.2015	VYCH1	48
р. Хакацын	24.07.2015	KHAK1	48
р. Этамынк	24.07.2015	ETAM1	48
р. Оладочная	24.07.2015	OLAD1	48
р. Выченкия	15.09.2015	VYCH2	48
р. Хакацын	15.09.2015	KHAK2	48
р. Этамынк	15.09.2015	ETAM2	48
р. Оладочная	15.09.2015	OLAD2	48

В результате изучения генетической изменчивости нерки в бассейне оз. Курильского по девяти микросателлитным локусам суммарно было обнаружено 72 аллеля (табл. 2). Наиболее полиморфным был локус *One104* (21 аллель), минимальное число аллелей (3), отмечено в локусе *Omy301*. Среднее число аллелей на локус было равно 8. Аллельное разнообразие изменялось от 2,94 до 16,55. Средняя наблюдаемая гетерозиготность принимала наибольшее значение в локусе *One104* (0,906) и наименьшее в *Omy301* (0,138) (табл. 2). Заметный дефицит гетерозигот отмечен в локусах *Oki6* и *Omy301* (индекс фиксации — 0,106 и 0,103, соответственно). Значение индекса информационного полиморфизма (*PIC*) было наименьшим для локуса *Omy301* и наибольшим — для *One104*. В среднем по всем локусам показатель *PIC* составил 0,475, что указывает на достаточную информативность отобранных микросателлитных маркеров.

При выполнении анализа генетической дифференциации нерки в бассейне оз. Курильского с помощью байесовского анализа в программном пакете Structure мы рассмотрели варианты моделей кластеризации при *K* (предполагаемое количество кластеров) от 1 до 8. Простейшая модель кластеризации (*K* = 2) позволяет выделить в популяции озера две крупные группы производителей. Первая группа образована выборками, отобранными в июле, а вторая состоит из выборок, отобранных в августе (рис. 2). При дальнейшем увеличении значений *K* рост количества популяционных кластеров не наблюдался.

Для определения наиболее вероятного количества кластеров мы также использовали метод Пюхмайля [Puechmaille, 2016]. На основе данного

метода наиболее вероятное значение  $K$  соответствовало 2 (рис. 3). Таким образом, результаты проведенного исследования позволяют предположить разделение всех проанализированных выборок на две группы, отличающиеся временем нереста.

Таблица 2. Характеристика микросателлитных локусов нерки бассейна оз. Курильского

Локус	Размер фрагмента, п.н.	$A/A_r$	$H_e$	$H_o$	$f$	$PIC$
Ots107	88–132	8/4,98	0,265	0,260	0,021	0,255
Oki1a	144–160	5/3,55	0,504	0,517	-0,024	0,405
Oki1b	104–120	5/3,96	0,432	0,435	-0,007	0,367
One104	116–204	21/16,55	0,906	0,906	0,000	0,898
One109	124–184	15/12,51	0,869	0,862	0,009	0,856
Oki6	76–92	6/4,43	0,443	0,396	0,106	0,389
Omm1037	197–217	5/4,09	0,595	0,643	-0,080	0,519
Omy301	66–70	3/2,94	0,154	0,138	0,103	0,147
OtsG68	140–152	4/3,12	0,546	0,548	-0,003	0,442
Среднее		8/6,24	0,524	0,523	0,002	0,475

Примечание.  $A$  – число аллелей в локусе;  $A_r$  – число аллелей в локусе, скорректированное на минимальный размер выборки;  $H_e$  – средняя ожидаемая гетерозиготность;  $H_o$  – средняя наблюдаемая гетерозиготность;  $f$  – индекс фиксации;  $PIC$  (polymorphic information content) – величина информационного полиморфизма.

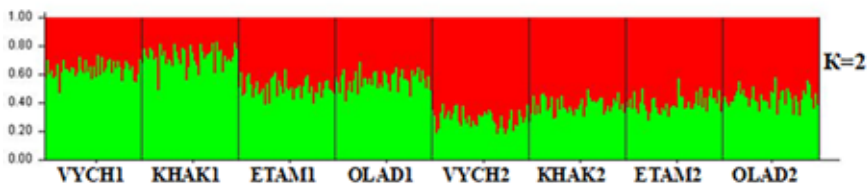


Рис. 2. Графическое представление результатов байесовского анализа восьми выборок нерки, выполненного в программе Structure.  $K$  – предполагаемое количество кластеров. Вероятности принадлежности образцов к каждому из кластеров отмечены на оси ординат. Обозначения выборок приведены в таблице 1

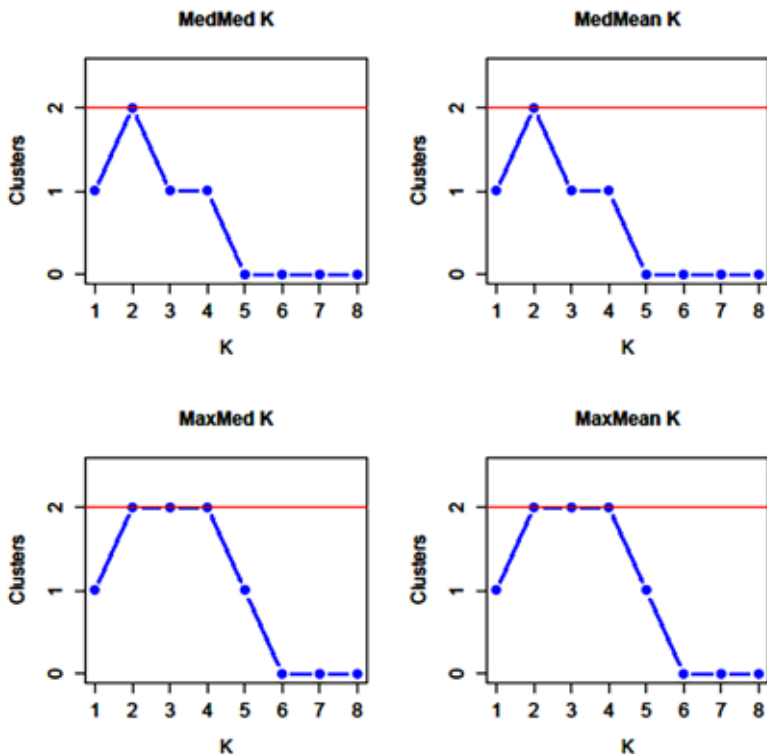


Рис. 3. Оценки количества генетически различающихся групп нерки в оз. Курильское на основании  $\Delta K$  по методу Пюхмайля [Puechmaille, 2016]

Полученные генетические характеристики производителей нерки расширяют представления о биологии данного вида и послужат практическим инструментом для сохранения популяционно-генетической структуры стада оз. Курильского и его устойчивой и рациональной эксплуатации.

## Литература

Егорова Т.В. 1970. Об отсутствии сезонных группировок красной бассейна реки Озёрной // Изв. ТИНРО. — Т. 78. — С. 43–47.

Крогиус Ф.В. 1983. Сезонные расы красной *Oncorhynchus nerka* (Walb.) и её нерестилища в водоёмах Камчатки // Биол. основы развития лососёвого хоз-ва в водоёмах СССР. — М.: Наука. — С. 18–31.

Крохин Е.М., Крогиус Ф.В. 1937. Очерк оз. Курильское и биологии красной в его бассейне // Тр. Тихоокеан. ком. — М.: АН СССР. — 187 с.

Остроумов А.Г. 1970. Результаты аэровизуального учёта и аэрофотосъёмки красной и её нерестилиц в бассейне оз. Курильское // Изв. ТИНРО. — Т. 78. — С. 17–32.

Пильганчук О.А., Штигальская Н.Ю., Дубинин В.А., Сараванский О.Н., Муравская У.О., Варнавская Н.В. 2014. Идентификация ранней речной формы нерки в бассейне р. Озёрной по микросателлитным локусам // Исслед. вод. биол. ресурсов Камчатки и сев.-зап. части Тихого океана. — № 34. — С. 62–71.

Botstein D., White R.L., Skolnick M.H., Davis R.W. 1980. Construction of a genetic linkage map in man using restriction fragment length polymorphisms // Am.J. Hum. Genet. — Vol. 32. — P. 314–331.

Goudet J. 1995. FSTAT (version 1.2): a computer program to calculate F-statistics // J. Heredity. — Vol. 86. — P. 485–486.

Jackson T.R., Ferguson M.M., Danzmann R.G., Fishback A.G., Ihssen P.E., O'Connell M., Crease T.J. 1998. Identification of two QTL-influencing upper temperature tolerance in three rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) half-sib families // J. Heredity. — Vol. 80. — P. 143–151.

Lewis P.O., Zaykin D. 2001. Genetic data analysis: computer program for the analysis of allelic data. Version 1.0 (d16c). Free program distributed by the authors: <http://lewis.eeb.uconn.edu/lewishome/software.html>.

Li Y.L., Liu J.X. 2018. StructureSelector: a web based software to select and visualize the optimal number of clusters using multiple methods // Mol. Ecol. Res. — Vol. 18. — P. 176–177.

Nelson R.J., Beacham T.D. 1999. Isolation cross species amplification of microsatellite loci useful for study of Pacific salmon // Animal Genetics. — Vol. 30. — P. 228–229.

Olsen J.B., Wilson S.L., Kretschmer E.J., Jones K.C., Seeb J.E. 2000. Characterization of 14 tetranucleotide microsatellite loci derived from sockeye salmon // Mol. Ecol. — Vol. 9. — P. 2185–2187.

Pritchard J.K., Stefens M., Donnelly P. 2000 Inference of population structure using multilocus genotype data // Genetics. — Vol. 155. — P. 945–959.

Puechmaille S.J. 2016. The program structure does not reliably recover the correct population structure when sampling is uneven: subsampling and new estimators alleviate the problem // Mol. Ecol. Res. — Vol. 16. — P. 608–627.

Rexroad III C.E., Coleman R.L., Gustafson A.L., Hershberger W.K., Killefer J. 2002. Development of rainbow trout microsatellite markers from repeat enriched libraries // Mar. Biotechnol. — Vol. 4(1). — P. 12–16.

Smith C.T., Koop B.F., Nelson R.J. 1998. Isolation and characterization of coho salmon (*Oncorhynchus kisutch*) microsatellites and their use in other salmonids // Mol. Ecol. — Vol. 7. — P. 1613–1621.

Williamson K.S., Cordes J.F., May B. 2002. Characterization of microsatellite loci in Chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*) and cross-species amplification in other salmonids // Mol. Ecol. Notes. — Vol. 2. — P. 17–19.



## ГЕНЕТИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА ПОПУЛЯЦИИ НЕРКИ ОЗЕРА КУРИЛЬСКОГО (ЮГО-ЗАПАДНАЯ КАМЧАТКА)

**А.М. Хрусталёва, А.Ж. Ревель-Муроз**  
Институт биологии гена (ИБГ) РАН, Москва

*Genetic population structure of sockeye salmon in Kurilskoye Lake  
(South-Western Kamchatka)*

**A.M. Khrustaleva, A. Zh. Revel-Muroz**  
Institute of Gene Biology (IGB) RAS, Moscow

Нерка *Oncorhynchus nerka* — коммерчески важный вид, входит в тройку наиболее многочисленных видов тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке России. Оз. Курильское в бассейне р. Озёрной (Юго-Западная Камчатка) является нерестово-нагульным водоёмом крупнейшего на азиатском побережье Тихого океана стада нерки, численность которого в отдельные годы превышала 20 млн шт. Нерестовый ход озерновской нерки начинается обычно в последних числах мая и заканчивается в конце октября — начале ноября [Егорова, 1970]. Нерестовые участки в бассейне озера нерка заполняет постепенно, продвигаясь с севера на юг по часовой стрелке. В первой половине августа её производители заходят в притоки озера (где нерестятся более мелкие представители речного/ручьевого экотипа), чуть позже, во второй половине августа заполняются литоральные нерестилища (где воспроизводится более крупная и высокотеляя нерка литорального экотипа). При этом три четверти нерестовых площадей приходится на литоральные участки, и только четверть площади — на речные нерестилища. Такая сложная пространственная и экологическая структура стада нерки оз. Курильского в сочетании со строгим хомингом может способствовать генетической дивергенции субпопуляций разных биотопов и побережий озера.

В последние годы бассейн Курильского озера представляет собой довольно правильную модель организации природопользования: на оз. Курильском работают наблюдательный пункт КамчатНИРО, рыбоучетное заграждение, проводятся ежегодная оценка численности и мониторинг состояния популяции, для обеспечения высокого уровня запасов стада озерновской нерки сформирована система регулирования промысла на основе оптимальных показателей пропуска производителей на нерестилища. Тем не менее в отдельные годы наблюдались существенные изменения динамики нерестового хода производителей нерки в крупные притоки озера, наиболее вероятно вследствие

неравномерной промысловой нагрузки на компоненты данной популяционной системы, а также иных естественных факторов — плотностно-зависимых, трофических, глобальных или локальных климатических и гидрологических. И все же главной причиной, по-видимому, является неселективность промысла в силу недостаточности или игнорирования сведений о популяционной структуре и эколого-темпоральной дифференциации популяции оз. Курильского при планировании и организации лова. Чрезмерное промысловое давление на отдельные компоненты популяционной системы может привести к сокращению их эффективной численности или же к их полной элиминации и, соответственно, к снижению экологического и генетического разнообразия, адаптивного потенциала и устойчивости системы в целом.

В связи с этим целью данной работы было изучение нейтральной и адаптивной генетической структуры популяции нерки оз. Курильского и выявление пространственной, экологической и темпоральной подразделенности метапопуляции данной озерно-речной системы с помощью анализа изменчивости двух типов молекулярных маркеров ДНК — однонуклеотидного полиморфизма (SNP) и микросателлитных локусов.

В работе представлены результаты мета-анализа ранее опубликованных данных по полиморфизму 45 локусов SNP [Habicht et al., 2010; Хрусталёва, 2023] и 13 микросателлитных локусов [Варнавская, 2006] нерки р. Озёрной. Итоговый датасет включал 19 выборок нерки, собранных на 12 нерестилищах нерки в бассейне оз. Курильского (рис. 1а, табл. 1, 2). Статистический анализ был проведён в общем ключе для обоих типов маркеров: оценивали ожидаемую гетерозиготность и аллельное разнообразие в выборках, применительно к обоим типам маркеров универсально использовали статистические подходы многомерного анализа (PCA/PCoA), как описано ранее [Khrustaleva, 2023]. Вероятности событий, связанных с прохождением популяциями «бутылочного горлышка», были оценены для 27 нейтральных локусов SNP в Bottleneck 1.2, для 13 микросателлитных локусов с помощью M-отношения [Garza, Williamson, 2001].

Анализ частот 13 микросателлитных локусов (PCoA) не выявил различий ни между производителями северных и южных нерестилищ, ни между литоральными популяциями, различающимися по времени нереста (средних сроков нереста и нерестующими в октябре) (рис. 1б). На плоскости первых двух главных координат заметна лишь более или менее выраженная дифференциация на два кластера — речные и литоральные популяции. При этом 95% доверительные интервалы обеих групп существенно перекрывались, а выборка литоральной нерки бух. Гаврюшка попадала в кластер речной нерки (вполне возможно выборка из устьевой зоны могла содержать примесь отстаивающейся перед заходом в приток озера нерки р. Гаврюшка).

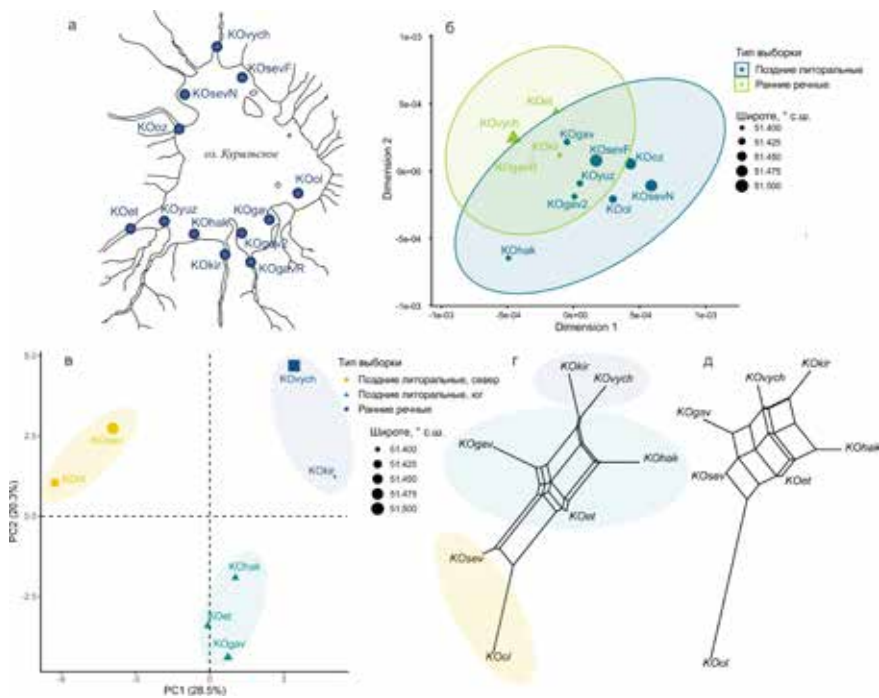


Рис. 1. Карта-схема района сбора материала (а), обозначение выборок как в табл. 1 и 2, результаты РСоА-анализа аллельных частот 13 микросателлитных локусов (эллипсы – 95% интервалы) (б) и РСА-анализа 45 SNP (в), филогенетические сети Neighbor-Net, построенные по хордовым дистанциям, рассчитанным по аллельным частотам 45 SNP-локусов (г) и 27 предположительно нейтральных SNP (д) нерки оз. Курильского

Взаиморасположение выборок нерки из разных нерестилищ бассейна оз. Курильского на плоскости первых двух главных компонент (объясняющих в сумме около 50% дисперсии аллельных частот 45 SNP-локусов по результатам РСА-анализа) указывает на существование в пределах озера трёх более или менее обособленных группировок популяций нерки (рис. 1в). Это группа популяций ранней речной нерки и 2 группы популяций литоральной нерки южного и северо-восточного побережий озера. Причём если по первой компоненте (PC1) хорошо дифференцируются выделенные группы, то по второй (PC2) прослеживается связь с широтой расположения нерестилища. Данные выводы подкрепляются топологией расщеплённой

Таблица 1. Характеристика выборки нерки оз. Курильского и их генетические показатели, рассчитанные по результатам анализа полиморфизма 13 микросателлитных локусов по [Варнавская, 2006]. Здесь и в табл. 2:  $n$  – число рыб в выборке, экз.;  $He$  – средняя ожидаемая гетерозиготность;  $na$  – среднее число аллелей на локус;  $SD$  – среднеквадратичное отклонение;  $M-ratio$  –  $M$ -отношение по [Garga, Williamson, 2001]. Звёздочкой (\*) выделены оценки  $M$ -отношения, не превышающие 0,68 и указывающие на вероятное «бутылочное горлышко» в популяции

№	Нерестилище	Расположение нерестилища	Обозначение выборки	$n$	Дата вылова	Описание выборки	$He(SD)$	$na(SD)$	$M-ratio$
1	р. Выченкия	север	КOууш	100	28.07.2000	Речные раннего хода	0,652(0,222)	11,46(9,38)	0,686
2	бух. Северная Дальняя	север	КOсевF	54	30.08.2000	Литоральные средних сроков нереста	0,675(0,208)	9,46(5,98)	0,683
3	бух. Северная Ближняя	север	КOсевN	104	30.08.2000	Литоральные средних сроков нереста	0,679(0,192)	10,77(6,6)	0,636*
4	бух. Озёрная	северо-запад	КOоз	48	9.10.2000	Литоральные, позднерестующие	0,662(0,214)	9,62(7,3)	0,588*
5	бух. Оладочная	юго-восток	КOол	92	8.10.2000	Литоральные, позднерестующие	0,676(0,186)	10,69(6,3)	0,629*
6	бух. Гаврюшка	юг	КOгав	88	17.08.2000	Литоральные средних сроков нереста	0,668(0,214)	11,38(6,85)	0,685
7	бух. Гаврюшка, мыс Тугумынк	юг	КOгав2	54	18.08.2000	Литоральные средних сроков нереста	0,669(0,203)	9,38(5,41)	0,645*
8	р. Гаврюшка	юг	КOгавR	55	2.08.2000	Речные раннего хода	0,664(0,187)	9,38(5,66)	0,655*
9	р. Кируштук	юг	КOкир	120	31.07.2000	Речные раннего хода	0,651(0,224)	11,92(7,85)	0,672*
10	бух. Хакицин	юг	КOхак	53	31.08.2000	Литоральные средних сроков нереста	0,640(0,197)	8,15(4,88)	0,644*
11	бух. Южная	юг	КOууз	100	8.10.2000	Литоральные, позднерестующие	0,663(0,217)	11,38(8,82)	0,696
12	р. Этамынк	юг	КOет	55	5.08.2000	Речные раннего хода	0,664(0,213)	9,92(5,2)	0,719

Таблица 2. Характеристика выборок нерки оз. Курильского, оценки внутрипопуляционного разнообразия и результаты тестов на «бутылочное горлышко», рассчитанные по аллельным частотам 45 локусов SNP [по Häbicht et al., 2010].

Уровни значимости в тестах на бутылочное горлышко с применением критериев:

$\rho_{\text{sign}}$  — знаков;  $\rho_{\text{stdv}}$  — стандартизированных различий;  $\rho_w$  — Уилкоксона; \* —  $p < 0.05$ ; \*\* —  $p < 0.01$ ; \*\*\* —  $p < 0.001$

№	Место вылова	Обозначение выборки	n	Дата вылова	Описание выборки	He(SD)	na(SD)	$\rho_{\text{sign}}$	$\rho_{\text{stdv}}$	$\rho_w$
1	р. Выченкия	KOyuch	96	28.07.2000	Речные раннего хода	0,236(0,187)	1,90(0,3)	0,022*	0,018*	0,063
2	бух. Северная Дальняя	KOsev	50	26.08.2002	Литоральные средних сроков нереста	0,248(0,19)	1,88(0,33)	0,006**	0,009**	0,032*
3	бух. Оладочная	KOol	50	8.10.2000	Литоральные, поздненерестующие	0,243(0,191)	1,80(0,41)	0,012*	0,006**	0,013*
4	бух. Гаврюшка	KOgav	50	25.08.2002	Литоральные средних сроков нереста	0,249(0,189)	1,85(0,36)	0,020*	0,001*	0,045*
5	р. Кируштук	KOkir	49	31.07.2000	Речные раннего хода	0,249(0,198)	1,88(0,33)	0,120	0,025*	0,006
6	бух. Хакыцин	KOhak	50	31.08.2002	Литоральные средних сроков нереста	0,236(0,188)	1,85(0,36)	0,176	0,031*	0,073
7	р. Этатынк	KOet	127	12.08.2002, 21.08.1990, 28.09.1990	Смешанная выборка, речные и литоральные средних и поздних сроков нереста	0,248(0,194)	1,93(0,27)	0,011*	0,011*	0,035*

филогенетической сети (рис. 1г). Среднюю часть сети занимают выборки южных литоральных нерестилищ, в то время как речные выборки формируют обособленную устойчивую кладу. Таким образом, структура кластеров на диаграммах PCA и топология филогенетической сети коррелируют с данными по времени заполнения нерестилищ в бассейне оз. Курильского и географической изменчивостью сроков нереста литоральной нерки. Нерка самых поздних сроков нереста (октябрь) из бух. Оладочной в наибольшей степени отличалась от остальных. Эти различия лишь усиливались при перестроении сети на основе дистанций, рассчитанных по аллельным частотам предположительно нейтральных локусов (27 SNP) (рис. 1д), что, вероятно, связано с сокращением численности данной популяции в относительно недавнем прошлом и подтверждается тестами на «горлышко бутылки» по обоим типам маркеров. При этом при перестроении сети разбиение на кластеры полностью утрачивается, что может свидетельствовать о первостепенной роли адаптивных процессов в формировании экотипов и разделении по нерестовым участкам нерки бассейна оз. Курильского.

Таким образом, согласно полученным нами результатам по обоим типам маркеров обнаружены различия между двумя экотипами нерки — ручьевым и литоральным, нерест которых приурочен к речным и озёрным биотопам. Если по SNP-маркерам прослеживается дивергенция субпопуляций северного и южного побережий озера, а также группировок, приступающих к размножению в разное время и разных экотипов, то нейтральная структура данной популяции выражена достаточно слабо. Генетическая дифференциация популяций нерки в пределах бассейна оз. Курильского, выявляемая с помощью потенциально селективных маркеров, свидетельствует об адаптивных процессах, преобладающих в формировании структурированности данного стада, что рекомендуется учитывать при прогнозировании численности и рациональной эксплуатации озерновской нерки, определении дат проходных дней и оценки промыслового давления на отдельные группировки.

Исследование выполнено за счёт гранта Российского научного фонда № 23–24–00307.

## Литература

- Варнавская Н.В. 2006. Генетическая дифференциация популяций тихоокеанских лососей. — Петропавловск-Камч.: Изд-во КамчатНИРО. — 488 с.
- Егорова Т.В. 1970. Об отсутствии сезонных группировок красной бассейна реки Озёрной // Изв. ТИНРО. — Т. 78. — С. 43–47.

*Хрусталёва А. М.* 2023. Эволюционные и экологические аспекты формирования популяционной структуры нерки *Oncorhynchus nerka* (Salmonidae) Западной Камчатки // *Вопр. ихтиол.* — Т. 63. — № 1. — С. 61–72.

*Garza J. C., Williamson E.* 2001. Detecting the reduction in population size using data from microsatellite DNA // *Mol Ecol.* — Vol. 10. — № 2. — P. 305–318.

*Habicht C., Seeb L. W., Myers K. W., Seeb J. I., Farley E. V.* 2010. Summer–Fall Distribution of Stocks of Immature Sockeye Salmon in the Bering Sea as Revealed by Single-Nucleotide Polymorphisms // *Trans. Am. Fish. Soc.* — Vol. 139. — № 4. — P. 1171–1191.

*Khrustaleva A. M.* 2023. Adaptive and Neutral Polymorphisms of the Onne-DAB Gene from the Major Histocompatibility Complex (MHC) in Sockeye Salmon Populations on the Asian Range // *Diversity.* — Vol. 15 (7). — P. 853–871.

**ПРОБЛЕМЫ СОХРАНЕНИЯ  
БИОРАЗНООБРАЗИЯ  
НА СОПРЕДЕЛЬНЫХ С КАМЧАТКОЙ  
ТЕРРИТОРИЯХ И АКВАТОРИЯХ**



## НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ БИОЛОГИИ И МИГРАЦИЙ ЖЕЛТОПЁРОЙ КАМБАЛЫ *LIMANDA ASPERA* ТАУЙСКОЙ ГУБЫ ОХОТСКОГО МОРЯ В ЛЕТНИЙ ПЕРИОД

**Ф.А. Бурлак\***, **А.А. Смирнов\*\***, \*\*\*, \*\*\*\*

\*Магаданский филиал Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии (МагаданНИРО)

\*\*Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии, (ВНИРО), Москва

\*\*\*Северо-Восточный государственный университет (СВГУ), Магадан

\*\*\*\*Дагестанский государственный университет (ДГУ), Махачкала

*Some features of biology and migrations of yellowfin flounder *Limanda aspera* in the Tavy Bay of the Okhotsk Sea in summer season*

**Ph. A. Burlak\***, **A. A. Smirnov\*\***, \*\*\*, \*\*\*\*

\*Magadan Branch of Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography (MagadanNIRO)

\*\*Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography (VNIRO), Moscow

\*\*\*North-Eastern State University (NESU), Magadan

\*\*\*\*Dagestan State University (DSU), Makhachkala

Основной промысел камбал в северной части Охотского моря (Северо-Охотоморская промысловая подзона) сосредоточен в Тауйской губе [Бурлак, Смирнов, 2022], где желтопёрая камбала *Limanda aspera* занимает 85% уловов [Смирнов, Бурлак, 2023].

На основании данных, собранных в течение июля 2024 г., в настоящей работе рассматривается динамика изменения стадий зрелости гонад желтопёрой камбалы Тауйской губы Охотского моря, кормовых миграций в прибрежную зону в преднерестовый период (на примере экспериментального полигона), а также сравниваются размерно-весовые характеристики с данными предыдущих лет на данной акватории.

Желтопёрая камбала является видом, совершающим сезонные нересто-кормовые и зимовальные миграции [Фадеев, 2005]. Кормовые миграции на мелководье начинаются в весенний период и, как правило, приурочены к нересту тихоокеанской сельди *Clupea pallasii*, о чём свидетельствуют многолетние мониторинговые работы МагаданНИРО на береговом промысловом неводом сельди и камбал. В этот период у большинства особей желтопёрой камбалы в желудках наблюдается присутствие большого количества икры сельди и обычного субстрата. В 2024 г. локальный нерест сельди

был отмечен 20 июня в б. Нагаева Охотского моря и одновременно с этим выявлено наличие обикренного субстрата в желудках пойманных камбал на данной акватории.

Целью настоящего исследования является выявление закономерностей в изменении интенсивности питания, в степени зрелости гонад и размерно-весовых характеристиках желтопёрой камбалы в июле.

Материалом для исследования послужили биостатистические данные, собранные во время проведения учётных съёмки в местах ежегодного мониторинга состояния запаса камбал дальневосточных в Тауйской губе Охотского моря в 2024 г., а также ретроспективные сведения прошлых лет.

Сбор и анализ материалов выполняли по стандартным методикам, принятым в ихтиологических исследованиях [Правдин, 1966]. В 2024 г., помимо стандартных методик, был использован экспериментальный подход для учёта статистики наличия нагульных скоплений в прибрежной акватории б. Нагаева Охотского моря. Для этого на заранее определённой береговой точке (в месте ежегодного наибольшего скопления рыбаков-любителей) в июле производился лов учебными орудиями лова с берега. Для объективности последующих статистических данных время каждого лова было непрерывным и ограничено 120 минутами, использовались одинаковое снасти, приманки искусственного и животного происхождения. Погодные и приливо-отливные условия выбирались схожие.

Общее количество проанализированных в июле особей желтопёрой камбалы составило 426 экз. Районы сбора материала показаны на рисунке 1.



Рис. 1. Районы сбора биостатистического материала по желтопёрой камбале в июле 2024 г.: 1 – зона экспериментального лова; 2 – традиционный район ежегодного сбора материала; 3 – места нереста сельди в конце июня

В первой декаде июля желтопёрая камбала была представлена особями с длиной тела АС от 22,5 до 41,2 см и массой от 115 до 1047 г, в среднем — 33,6 см и 484 г, соответственно. В этот период среднее значение интенсивности лова на экспериментальном полигоне составило 28 экз., доля самок — 76,6% (табл. 1).

Во второй декаде июля уловы камбалы состояли из особей с длиной тела АС от 25,0 до 46,3 см и массой от 154 до 1016 г, в среднем — 34,7 см и 466 г, соответственно. Доля самок была на уровне 52,9%. На экспериментальном полигоне интенсивность лова в среднем за период была на уровне 34 экз.

В третьей декаде июля желтопёрая камбала в уловах была представлена особями с длиной тела АС от 25,5 до 44,5 см и массой от 168 до 1202 г, в среднем — 35,6 см и 556 г, соответственно. Доля самок — 77,9%. Интенсивность лова на экспериментальном полигоне заметно снизилась и составила в среднем около 8 экз. за 120 минут лова.

Таблица 1. Основные биостатистические характеристики желтопёрой камбалы Тайской губы Охотского моря в июле 2024 г.

Период	АС (min–max / ср. зн.), см	Масса (min–max / ср. зн.), г	Доля самок, %	Интенсивность лова*, экз.
1 декада	22,5–41,2 / 33,6	115–1047 / 484	76,6	28
2 декада	25,0–46,3 / 34,7	154–1016 / 466	52,9	34
3 декада	25,5–44,5 / 35,6	168–1202 / 556	77,9	8
Среднее значение	34,4	486	65,7	22

Примечание. \* – среднее число экз. желтопёрой камбалы, пойманное на экспериментальном полигоне за 120 мин.

Средний размер (АС) желтопёрой камбалы в июле 2024 г. составил 34,4 см, масса — 486 г, что несколько выше среднемноголетних значений этих показателей — 31,9 см, масса — 388 г [Бурлак, Смирнов, 2023а].

В 2022 г. показатели были на уровне 33,4 см и 470 г, соответственно [Бурлак, Смирнов, 2023б].

Это может свидетельствовать о стабильном состоянии запаса желтопёрой камбалы, мигрирующей в прибрежную акваторию. Однако следует учесть, что в 2022–2023 гг. в период мониторинговых работ данные были получены из уловов ставного невода, а в 2024 г. — из ставных сетей и учебных орудий лова.

Соотношение всех отмеченных (в том числе и переходных) стадий зрелости гонад желтопёрой камбалы показано на рисунке 2.

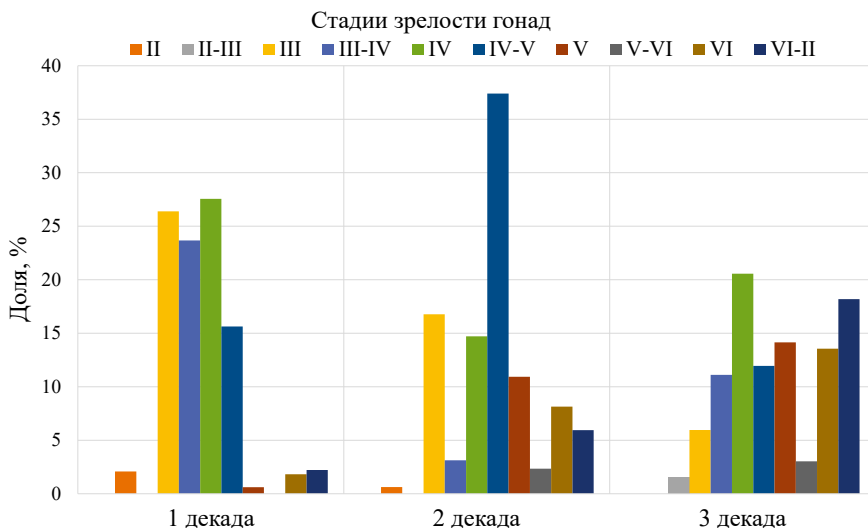


Рис. 2. Соотношение стадий зрелости гонад желтопёрой камбалы Тауйской губы в июле 2024 г.

Поскольку желтопёрая камбала является видом с порционным нерестом [Фадеев, 2005], растянутым, в зависимости от районов обитания, с мая до сентября, то выявить начало общего массового нереста зачастую не представляется возможным, однако общую тенденцию к созреванию можно проследить по наличию тех или иных стадий зрелости.

Как видно на рисунке 2, доля рыб со стадией зрелости III постепенно снижалась на протяжении всего исследуемого периода, что может свидетельствовать об интенсивном развитии гонад в этот период. Заметное увеличение доли рыб на стадиях IV–V во второй декаде июля, по сравнению с первой и затем резким снижением их относительного значения в 3 декаде, одновременно с увеличением доли рыб на стадии зрелости V можно охарактеризовать как начало нереста в конце второй — начале третьей декады июля.

Ввиду того, что на период нереста желтопёрая камбала мигрирует на большие глубины [Фадеев, 2005], снижение интенсивности берегового лова на экспериментальном участке в третьей декаде (см. табл. 1) является ещё одним подтверждающим фактором о начале массового нереста в конце второй — начале третьей декады июля.

Таким образом, полученные биостатистические данные о преднерестово-нерестовом периоде желтопёрой камбалы Тауйской губы в 2024 г. могут свидетельствовать о стабильном биологическом состоянии (размер-масса

тела, доля самок), а также о сроках начала массового нереста и миграций из прибрежной зоны на большие глубины, что позволяет использовать их при рациональной эксплуатации этого водного биологического ресурса.

## Литература

Бурлак Ф.А., Смирнов А.А. 2022. Эксплуатируемые промыслом дальневосточные камбалы северной части Охотского моря: экология, современное состояние запаса и перспективы промысла // Рыб. хоз-во. — № 2. — С. 38–41.

Бурлак Ф.А., Смирнов А.А. 2023а. Основные биологические показатели желтопёрой камбалы (*Limanda aspera*) из уловов ставного невода в Тауйской губе Охотского моря в весенне-летний период 2016–2023 гг. // Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей: Мат-лы XXIV Междунар. науч. конф. — Петропавловск-Камч.: Камчатпресс. — С. 226–228.

Бурлак Ф.А., Смирнов А.А. 2023б. Особенности промысла дальневосточных камбал в Северо-Охотоморской подзоне в 2022 г. // Мат-лы VIII Междунар. науч.-техн. конф. студентов, аспирантов и молодых учёных «Комплексные исследования в рыбохозяйственной отрасли». — Владивосток: Дальрыбвтуз. — С. 23–29.

Правдин И.Ф. 1966. Руководство по изучению рыб. — М.: Пищ. пром. — 376 с.

Смирнов А.А., Бурлак Ф.А. 2023. Размерно-весовой состав желтопёрой и звездчатой камбал из уловов ставного невода в Тауйской губе Охотского моря в мае-июне 2023 г. // Мат-лы Междунар. науч.-техн. конф. «Рациональная эксплуатация водных биологических ресурсов». — Владивосток: Дальрыбвтуз. — С. 300–303.

Фадеев Н.С. 2005. Справочник по биологии и промыслу рыб северной части Тихого океана. — Владивосток: ТИНРО-Центр. — 366 с.

## О НАХОДКЕ *ERYTHRANTHE* × *HYBRIDA* (SIEBERT & VOSS) SILVERSIDE (PHRYMACEAE) В ГОРОДЕ МАГАДАНЕ

**Д. А. Кондакова, М. Г. Хорева**

Институт биологических проблем Севера (ИБПС) ДВО РАН, Магадан

*About the record of *Erythranthe* × *hybrida* (Siebert & Voss) *Silverside* (Phrymaceae) in Magadan*

**D. A. Kondakova, M. G. Khoreva**

Institute of the Biological Problems of the North (IBPN) FEB RAS, Magadan

Губастик, или мимулос гибридный (*Erythranthe* × *hybrida* (Siebert & Voss) *Silverside* (Phrymaceae), syn. *Mimulus* × *hybridus* Voss) — травянистый многолетник, культурный гибрид, который широко применяется в цветоводстве в качестве однолетника. По данным сайта Plants of the World Online [POWO, 2024], гибридная формула — *E. cuprea* × *E. lutea* var. *lutea* × *E. lutea* var. *variegata*. Способность растения «убегать из культуры», закрепляться в трещинах кладки или асфальта, его зимостойкость, большое количество мелких семян — предпосылки для натурализации этого гибрида в качестве чужеродного растения. Гибрид включён в список естественной флоры Британских островов [Stace, 2019]. Обнаружение этого растения вне клумбы в г. Магадане в 2024 г., ставит перед нами задачу оценить его статус и потенциал как адвентика.

*Erythranthe* × *hybrida*, по нашим наблюдениям, довольно редко выращивается на клумбах в г. Магадане. Тем интереснее были сообщение и фотография от любителя флоры Т. А. Белинской от 12.08.2024 о встрече этого растения вне клумбы на территории общеобразовательной школы № 2.

Мы предприняли обследование местообитания 23, 24 и 30.08.2024. Было установлено, что на асфальтированном дворе школы из малозаметной трещины в 10 м от клумбы и примерно в 2 м от газона растёт *E. × hybrida* (рис. 1).

Координаты местонахождения: 59.56357849 с. ш., 150.8113596 в. д., г. Магадан, ул. Горького, 9 [Kondakova, 2024]. Растение высотой 17 см состояло из 7 цветущих побегов с 6 цветками, 13 бутонами. Цветки достигали 5 см в диаметре, жёлтого цвета с крупными карминовыми пятнами по краям лепестков и мелкими карминовыми пятнами в области трубки цветка. Листья зелёные, местами с фиолетовым оттенком, без видимых повреждений. Также в ходе осмотра двора школы было обнаружено ещё два местообитания этого



Рис. 1. *Erythranthe × hybrida* на асфальтированном дворе (слева) и в трещине стены (справа) школы № 2 г. Магадана (фото Д.А. Кондаковой, 23.08.2024)

растения: выкошенный и заросший мхом участок стены здания школы (до 30 см от поверхности асфальта) у самого входа, в метре от клумбы, и вертикальная поверхность ступеньки у входа в школу. На указанном небольшом участке стены (примерно 30 x 70 см), параллельно поверхности асфальта, найдены около 11 особей, растущих из трещин в стене. Одно растение имело единственный цветок около 5 см диаметром. Высота растений составляла от 3 до 7 см. Были собраны образцы, которые в ближайшее время пополнят фонд Гербария ИБПС ДВО РАН (MAG) и будут оцифрованы.

Сотрудник школы пояснил, что посадки культурных растений на клумбу в этом году не проводились, и рассада на участки газона вокруг двора школы также высаживалась несколько лет назад. Действительно, о запущенности цветника свидетельствует доминирующий вид — *Epilobium glandulosum* Lehm. с редкими вкраплениями декоративных видов. Значит, растения *Erythranthe × hybrida* пережили как минимум одну зиму либо в виде семян, либо в виде зимующих розеток. Данных об опылителях губастика гибридного и о его семенной продуктивности в условиях Магадана нет, но о гибридах этого рода известно, что их пыльца и семена обладают высокой степенью стерильности благодаря разному числу хромосом у родительских видов [Vallejo-Marin, 2012]. Как правило, цветоводы нашего региона высаживают на клумбы декоративные растения в виде рассады, закалённые для получения наилучших декоративных свойств растений в необходимые сроки (июль — первая декада сентября), но не семена.

Можно предположить, что семена на клумбу всё-таки сеяли, при посеве их отчасти раздуло ветром по двору школы, часть семян попала в щели стены и лестницы. Прорастание семян могло произойти много позже, через год или два. Однако более вероятна версия, что растения на клумбы были высажены рассадой, и дали самосев, в том числе в трещинах стены, лестницы и асфальта. Таким образом, этот вид, возможно, способен возобновляться в условиях г. Магадана и по способу заноса является эргазиофигофитом (преднамеренно занесённым), по степени натурализации — колонофитом (произрастающим или сохраняющимся в местах своего заноса) или эпёкофитом (размножающимся на антропогенных местообитаниях). Последний тезис требует наблюдений и подтверждения.

Вызывает интерес диссонанс между описанием требований к посадке гибрида на клумбу (выдерживает переувлажнение, требует добавления торфа к почвенной смеси и т. п.) и фактом произрастания в условиях дефицита влаги и отсутствия почвы. По данным сайта INaturalist, гибрид отмечен в южной части Британии (Лондон и его окрестности, Бирмингем, Манчестер) и на севере (Эдинбург), отмечен также в Чехии (Прага). Практически все наблюдения демонстрируют, что гибрид прорастает из кладки мостовой, стены, из трещины в асфальте [INaturalist, 2024]. Всего известно 15 наблюдений в Соединённом Королевстве, одно в Чехии и одно (наше наблюдение) в России — в Магадане.

Известно, что и другие виды родов *Erythranthe* (американского происхождения) и *Mimulus* также легко натурализуются и широко распространяются в Евразии и других регионах мира [Vallejo-Marin, 2012, POWO, 2024].

Таким образом, губастик гибридный (*Erythranthe* × *hybrida*) — новый чужеродный вид во флоре Магаданской области, требующий дальнейшего мониторинга его популяции, а также поиска новых местонахождений. Чужеродная фракция флоры — наиболее динамичная и перспективная для длительного мониторинга. Сайт цифрового гербария (MAG) — один из инструментов познания синантропной флоры в динамике, и хотя такая работа уже была проделана [Лысенко, 2012], планируем после завершения загрузки всех гербарных образцов повторить анализ с учётом новых данных и новых возможностей. В настоящее время на сайте в открытом доступе размещено более 2200 сканированных изображений [Herbarium MAG, 2024].

Авторы благодарят Тамару Анатольевну Белинскую за информацию об интересной находке. Работа выполнена в рамках государственного задания ИБПС ДВО РАН № 123032000015-3.



## Литература

Лысенко Д. С. 2012. Синантропная флора Магаданской области. — Магадан: СВНЦ ДВО РАН. — 111 с.

*Herbarium MAG*. 2024. [Электронный ресурс] — URL: <https://herbarium.ibpn.ru> (дата обращения: 2.09.2024).

*iNaturalist*. 2024. [Электронный ресурс] — URL: <https://www.inaturalist.org/taxa/771949-Erythranthe---hybrida> (дата обращения: 30.08.2024).

Kondakova D. A. 2024. Наблюдение *Erythranthe* × *hybrida* 23.08.2024 // iNaturalist 2024. [Электронный ресурс] — URL: <https://www.inaturalist.org/observations/237433491> (дата обращения: 30.08.2024).

*POWO*. 2024. Plants of the World Online. [Электронный ресурс] — URL: <https://powo.science.kew.org/taxon/urn:lsid:ipni.org:names:77165996-1> (дата обращения: 2.09.2024).

Stace C. 2019. New Flora of the British Isles. Ed. 4: 1-C. — UK. & M Floristics. — 1266 p.

Vallejo-Marin M. 2012. *Mimulus peregrinus* (Phrymaceae): A new British allopolyploid species // *PhytoKeys*. — No. 14. — С. 1–14. DOI: 10.3897/phytokeys.14.3305

# ГЛАВНЫЕ ИТОГИ ИССЛЕДОВАНИЙ ИХТИОФАУНЫ МОРЕЙ СИБИРСКОЙ АРКТИКИ В ТРАНСАРКТИЧЕСКОЙ ЭКСПЕДИЦИИ НИС «ПРОФЕССОР ЛЕВАНИДОВ» В 2019 г. (К ПЯТИЛЕТИЮ ПРОВЕДЕНИЯ)

**А. М. Орлов**

Институт океанологии им. П. П. Ширшова РАН, Москва

*Main results of research of the Siberian Arctic seas ichthyofaunal in transarctic expedition  
onboard RV “Professor Levaniidov” (to the fifth anniversary of the event)*

**A.M. Orlov**

Shirshov Institute of Oceanology RAS, Moscow

Моря Сибирской Арктики до недавнего времени оставались очень слабо изученными. В последние годы интенсивность проведения научных исследований в этом регионе значительно возросла, чему способствовали быстро меняющийся климат Арктики, сопровождающийся заметным сокращением её ледового покрова, а также начало освоения месторождений углеводородов на шельфе арктических морей [Орлов и др., 2020г]. Одной из наиболее уникальных арктических экспедиций последнего времени явился «Трансарктический переход» на борту научно-исследовательского судна «Профессор Леванидов» в августе-сентябре 2019 г., в течение которого в четырёх российских арктических морях (Карском, Лаптевых, Восточно-Сибирском и Чукотском) выполнено около 200 комплексных станций, включавших океанологические, гидробиологические, ихтиологические, трофологические и генетические исследования, а также наблюдения за морскими птицами и млекопитающими, изучение распределения микропластика, антропогенного донного мусора и видов-индикаторов уязвимых морских экосистем. Предварительные результаты этих исследований опубликованы в ряде статей [Орлов и др., 2019, 2020 а, б, в, г, 2021]. В настоящем обзоре обобщены основные результаты исследований ихтиофауны четырёх морей Сибирской Арктики, выполненных в упомянутой выше трансарктической экспедиции.

**Расширение ареалов бореальных видов рыб в Арктику под действием климатических изменений.** Проведённые исследования показали, что в условиях происходящих глобальных климатических изменений отмечается расширение ареалов атлантических видов в восточном направлении, а тихоокеанских — в западном, что указывает на продолжающуюся бореализацию

наших арктических морей под воздействием меняющегося климата [Orlov, Volvenko, 2024].

Находки минтая *Gadus chalcogrammus* на материковом склоне моря Лаптевых с учётом более ранних его поимок в Карском море и юго-восточной части Баренцева моря позволяют сделать вывод, что данный вид имеет непрерывный ареал от берегов Норвегии в Северной Атлантике до побережий Кореи, Японии и Калифорнии в Северной Пацифике, а его немногочисленные находки в Северной Атлантике ведут своё происхождение из Северной Пацифики за счёт выноса ранней пелагической молоди в Арктику течениями через Берингов пролив и дальнейших активных миграций на запад перешедших к придонному образу жизни особей [Orlov et al., 2021].

Впервые в море Лаптевых обнаружен экземпляр синей зубатки *Anarhichas denticulatus*, которая широко распространена в Северной Атлантике, но в Арктике ранее была известна только по нескольким находкам у берегов Канады и США [Orlov et al., 2023]. Данная находка свидетельствует о значительном расширении ареала рассматриваемого вида на восток примерно на 1500 км и может быть связана с восточным переносом пелагической молоди из Северо-Восточной Атлантики в море Лаптевых североатлантическим течением, что свидетельствует о продолжающейся атлантизации морей российской Арктики.

Помимо указанных видов значительное расширение в Арктику из Северной Атлантики зарегистрировано у окуня-клювача *Sebastes mentella*, бентоземы *Benthosema glaciale* и чёрного палтуса *Reinhardtius hippoglossoides*, а из Северной Пацифики в Арктику — у тихоокеанской трески *Gadus macrocephalus* и чёрного палтуса [Orlov, Volvenko, 2024].

Находки последних лет окуня-клювача в водах Северо-Восточной Гренландии, Центральной Арктики и в море Лаптевых могут быть результатом выноса течениями с нерестилищ молоди в северном и северо-восточном направлениях в результате интенсификации поступления в Арктику тёплых Атлантических вод. По мере роста особи этого вида мигрируют на запад и юго-запад в направлении материкового склона, где достигают половой зрелости. Учитывая существующую систему циркуляции в Арктике, клювач, обнаруженный в Центральной Арктике, водах Северо-Восточной Гренландии и море Лаптевых, по всей видимости, может по мере роста и созревания возвращаться в пределы нативного ареала.

Находки бентоземы в тихоокеанской Арктике связываются с восточным переносом её особей тёплыми и солёными Атлантическими водами и предполагается, что российская Арктика для неё является районом стерильного выселения. Вся встреченная здесь бентозема была половозрелой, т. е. способна к размножению. Поскольку существуют возможности выживания её

потомства в водах материкового склона и/или возвращения особей с противотечениями в Северную Атлантику, считать воды Арктики районом стерильного выселения данного вида пока нет оснований.

Дальнейшее потепление в Арктике может привести к смыканию ареалов «западных» и «восточных» популяций чёрного палтуса, что сделает возможным обмен между ними генетическим материалом и будет способствовать стиранию различий между особями атлантического и тихоокеанского происхождения.

Появление в результате климатических изменений тихоокеанской трески в последние годы в тихоокеанской Арктике может в будущем привести к смыканию ареалов её и гренландской трески *Gadus ogac* (которые считаются разобщёнными в водах северной Аляски), возможности обмена генетическим материалом и дальнейшему стиранию различий между этими видами.

Определённый интерес представляет новая находка в море Лаптевых гренландской акулы *Somniosus microcephalus* [Orlov, Orlova, 2024]. Этот вид широко распространён в Северной Атлантике, но находки в Арктике до сих пор были ограничены побережьем Канады, Баренцевым и Карским морями. В море Лаптевых гренландская акула ранее была известна единичной поимкой, которая, однако, не подтверждена генетически. Недавние её находки в морях Сибирской Арктики, вероятно, связаны с распространением тёплых вод Североатлантического течения на восток под воздействием недавних изменений климата.

**Новые сведения о распределении и биологии рыб.** Недавнее потепление в Арктике привело к сокращению ледового покрова, что позволило интенсифицировать научные исследования в регионе и получить новые сведения по распределению и биологии различных видов рыб в морях российской Арктики, включающие данные о пространственном распределении, глубинам обитания, термическим условиям, размерному и половому составу, возрасту и росту, составу пищи, плодовитости, половому диморфизму и соотношению полов целого ряда видов.

Наиболее плотные концентрации арктического шлемоносца *Gymnocanthus tricuspis* в Карском море отмечены к западу и северу от п-ова Ямал на глубинах менее 25 м. В траловых уловах зарегистрированы особи в возрасте от 1+ до 7+ лет длиной 41–177 мм и массой тела 0,6–72,5 г, однако доминировали рыбы длиной 41–80 мм с массой тела менее 10 г. Среди рыб длиной свыше 110 мм доля самок резко увеличивается, достигая 100% при длине 130 мм. Данный вид является мезобентофагом, основными объектами питания которому служат многощетинковые черви, двустворчатые моллюски, равноногие и разноногие ракообразные, суммарная доля которых

составляет около 99% массы пищи. У этого шлемоносца хорошо выражены возрастные изменения состава пищи — по мере увеличения размеров относительное значение представителей первой группы кормовых организмов резко сокращается, а трёх остальных групп, наоборот, возрастает [Tokranov et al., 2022].

Остроносый триглопс *Triglops pingelii* в Карском море обнаружен на глубинах от 18 до 235 м при температуре дна от  $-1,5$  до  $+1,6$  °С. Наиболее плотные концентрации были зафиксированы к северо-востоку от п-ова Ямал, на выходе из Обской губы на глубине 18–21 м при температуре дна от  $-1,5$  до  $-1,0$  °С. В траловых уловах отмечены особи длиной 46–126 мм и массой тела 0,35–15,60 г в возрасте от 1 года до 4 лет с преобладанием рыб длиной 51–90 мм и массой тела менее 6 г в возрасте 1+ — 2+ лет. Среди рыб длиной  $>71$  мм доля самок резко возрастала, достигая 100% при длине 120 мм. Индивидуальная плодовитость самок длиной 89–123 мм варьировала от 100 до 316 (в среднем  $215 \pm 15$ ) икринок. Данный вид является некто-бенто-ихтиофагом, основной пищей которого являются донные и бенто-пелагические ракообразные (в основном амфиподы и мизиды), а также молодь различных рыб, общая доля которых составляет  $>99\%$  от массы пищи. В составе рациона хорошо выражены возрастные изменения: по мере увеличения размера особей относительная значимость первой группы резко снижается, а двух последних, наоборот, возрастает [Tokranov et al., 2022b].

Полярный триглопс *T. nybelini* отмечен на всей обследованной акватории моря Лаптевых на глубинах 110–752 м при температуре у дна от  $-1,3$  до  $+1,38$  °С. В уловах зарегистрированы особи в возрасте 2–6 лет длиной 66–110 мм и массой тела 1,46–11,42 г при доминировании 3–5-летних рыб длиной 66–105 мм и массой тела от 2 до 8 г. Установлено наличие полового диморфизма в экстерьерных признаках и размерах половозрелых самцов и самок. Среди рыб длиной свыше 95 мм доля самок резко увеличивается, достигая 100% при длине более 100 мм. Несмотря на сравнительно широкий пищевой спектр, основа биомассы (89%) полярного триглопса в море Лаптевых формируется за счёт гиперид и эвфаузиид, концентрирующихся в придонном слое. По мере увеличения размеров особей пищевой спектр суживается в два раза: относительное значение первых из них в рационе резко увеличивается, а вторых, наоборот, сокращается [Tokranov et al., 2024a].

Максимальные уловы ледовитоморской лисички *Aspidophoroides olrikii* в Карском море зарегистрированы к северу от п-ова Ямал на глубинах 18–21 м в диапазоне температур дна от  $-1,49$  до  $-0,96$  °С. В траловых уловах отмечены особи в возрасте 2–6 лет длиной 39–76 мм с массой тела 0,25–2,91 г, но преобладали рыбы длиной до 50 мм с массой тела менее 0,5 г. Среди особей длиной свыше 68 мм доля самок резко возрастала, достигая 100%

при длине более 75 мм. Самцы и самки данного вида становятся половозрелыми на третьем году жизни, первые достигают длины 47–48 мм, вторые — 52–58 мм. Массовая половозрелость самцов и самок наступает на четвёртом году жизни при длине 52–58 мм и 61–63 мм, соответственно. Этот вид является мезобентофагом, основной пищей его особей являются амфиподы, которые составляют около 95% рациона, по мере роста количество и размеры потребляемых амфипод увеличиваются [Tokranov et al., 2024b].

Результаты анализа размерного состава чёрного палтуса в уловах научных съёмок в морях Баренцевом, Карском и Лаптевых показали, что длина его особей закономерно увеличивается с запада на восток, и это связано с оседанием пелагической молоди и последующей задержкой подрастающих особей вблизи мест их оседания. В наибольшей степени эта задержка проявляется в самых удалённых от нерестилищ районах — Карском море и море Лаптевых. Микро- и макроскопическое исследование его гонад в море Лаптевых показало, что процессы полового созревания крупных особей в арктических морях находятся в состоянии торможения-ожидания на ранних этапах гаметогенеза. Полученные данные свидетельствуют о единстве ареала чёрного палтуса в Северной Атлантике и Сибирской Арктике. При этом материковый склон Баренцева моря является зоной нереста и созревания, северные части Баренцева и Карского морей, а также материковый склон моря Лаптевых — зоной нагула его молоди [Benzik et al., 2022].

Сайка *Boreogadus saida* в морях Сибирской Арктики характеризовалась сходными линейными размерами и пространственным распределением. Во всех исследованных морях её скопления были представлены особями длиной от 3 до 29 см в возрасте от 0+ — 6+ лет. В восточном секторе отмечены более низкие темпы роста сайки по сравнению с Карским морем, что, вероятно, связано со значительными различиями термических условий, которые непосредственно влияют на её метаболизм. В Чукотском и Восточно-Сибирском морях основные концентрации наблюдались в придонном слое, в то время как в море Лаптевых они зафиксированы в толще воды. Численность и биомасса сайки в Чукотском море в разные годы колебались в пределах от 514 млн экз. и 0,83 тыс. т (2008) до 8,26 млрд экз. и 117,5 тыс. т (2003). Соответствующие величины для моря Лаптевых составили 233 тыс. т и 12,75 млрд экз. Численность и биомасса сайки в Восточно-Сибирском море были на относительно низком уровне по сравнению с другими морями российской Арктики (около 0,150 тыс. т и 20 млн экз.) [Maznikova et al., 2023a].

Тихоокеанская треска в возрасте 1 года в западной части Чукотского моря отмечена в 2018 и 2019 гг., что указывает на возможную зимовку и выживание сеголеток в Чукотском море. В эти же годы в Чукотском море зарегистрированы и взрослые особи тихоокеанской трески. Хотя их

численность в западной части Чукотского моря была очень низкой по сравнению с Беринговым, поимки взрослых рыб являются первыми известными находками крупной трески в Чукотском море. Растущее присутствие тихоокеанской трески разных возрастных категорий в Чукотском море свидетельствует о смещении к полюсу как районов нагула молоди, так и летних местообитаний взрослых особей за пределами Берингова моря, происходящего, вероятно, в результате потепления, вызванного климатическими изменениями [Cooper et al., 2023].

В течение всех лет исследований в уловах разноглубинного трала в Чукотском море преобладала молодь минтая длиной 5–12 см, в то время как его размерный состав в уловах донного трала был бимодальным с преобладанием рыб длиной 7–14 см и 50–62 см. Самки были значительно крупнее самцов (в среднем почти на 10 см). Сеголетки и годовики преобладали в уловах разноглубинных тралов, а рыбы в возрасте до 1 года и 6–17 лет были самыми многочисленными в уловах донных тралов. В западной части Чукотского моря в 2018–2020 гг. доля самок в уловах донных тралов колебалась от 1,8 до 2,7 самок на одного самца. Доля рыб с гонадами на разных стадиях зрелости в разные годы значительно варьировала. Среди проанализированных рыб было крайне мало неполовозрелых особей. Большая часть уловов приходилась на особей с развивающимися и посленерестовыми гонадами. В последние годы отмечены особи обоих полов в преднерестовом, нерестовом и посленерестовом состоянии. В западной части Чукотского моря доля эвфаузиид в рационе крупного минтая (>40 см в 2018 г. и >60 см в 2019 г.) была значительно выше, чем у мелких особей (<40 см). В рассматриваемом районе каннибализм зафиксирован только у крупных особей (40–60 см и >60 см) и лишь в 2019 г. при невысоком потреблении собственной молоди. Такой низкий уровень каннибализма, вероятно, был обусловлен пространственным разделением молоди и взрослых особей, а также наличием достаточного количества других пищевых объектов. Имеющиеся данные указывают на то, что в прошлом минтай в Чукотском море не нерестился из-за суровых климатических и океанологических условий. Поимки в последние годы отдельных особей в преднерестовом, нерестовом и посленерестовом состоянии свидетельствуют о возможности нереста в данном районе. Тем не менее условия Чукотского моря являются неподходящими для выживаемости потомства минтая. В случае дальнейшего потепления в Арктике не исключено, что в Чукотском море станет возможен не только его нерест, но и выживание потомства [Emelin et al., 2022].

**Результаты генетических исследований внутривидовой организации рыб.** До последнего времени внутривидовая структура арктических рыб оставалась практически неизученной. Проведённые исследования позволили

получить первые сведения о популяционной структуре наиболее массового в Арктике вида — сайки, а также минтая в северо-западной Пацифике и прилегающей Арктике.

Результаты генетического анализа сайки в Чукотском море и западной части моря Бофорта с применением митохондриального маркера *Cyt b* показали, что её генетическая дифференциация в целом в обследованном районе отсутствует. Исключением являются несколько образцов из пролива Коцебу, центральной части Чукотского моря и западной части моря Бофорта, что может быть связано с переносом икры, личинок или ранней молоди сайки течениями из нерестилищ пролива Коцебу сначала в центральную часть Чукотского моря, а затем в западную часть моря Бофорта. Популяция пролива Коцебу отличалась индексом нуклеотидного разнообразия, а также попарными значениями индекса генетической дифференциации  $F_{ST}$ , что может быть результатом изолированности данного района от основных течений в этом районе [Emelianova et al., 2022a].

Впервые представлены результаты анализа полиморфизма гена *Cyt b* митохондриальной ДНК минтая из Чукотского моря. Проведено сравнение полученных данных с таковыми из западной части Берингова моря, Охотского моря и тихоокеанских вод Северных и Южных Курильских островов. Согласно анализу выборок, объединённых по морям, популяции Чукотского и Берингова морей не отличались друг от друга, что может быть связано с обменом генетическим материалом, который происходит из-за смешения минтая с разных нерестилищ на ранних стадиях развития в результате переноса течениями, а также активных миграций взрослых особей. В то же время указанные выше выборки статистически значимо ( $p < 0,05$ ) отличались от объединённой выборки из Охотского моря [Emelianova et al., 2022b].

**Ресурсы промысловых видов рыб.** Одним из главных прикладных результатов рассматриваемой экспедиции следует считать нахождение в Чукотском море промысловых скоплений крупноразмерного минтая, что позволило организовать в 2021 г. в этом районе его коммерческую добычу с выловом свыше 4 тыс. т [Maznikova et al., 2023a]. Резкое увеличение численности минтая в западной части Чукотском море, по-видимому, отражает комплекс факторов, включая повышение температуры у дна, уменьшение ледяного покрова, усиление северных течений, улучшение условий нагула и увеличение численности и биомассы в Беринговом море. Оценки на основании донных траловых съёмок 2019–2020 гг. показали, что общий допустимый улов в 2021 и 2022 гг. мог составить 37 200 т. Однако промысел минтая в Чукотском море не может считаться устойчивым и рентабельным по нескольким причинам, включая невозможность прогнозирования численности особей, мигрирующих из Берингова моря, ограниченный по времени



промысловый сезон из-за суровых климатических условий, удалённость основных портов и неопределённый популяционный статус запасов минтая.

Обнаруженные на всём протяжении склона моря Лаптевых повышенные концентрации чёрного палтуса в виду особенностей его размерно-возрастного состава и уровня численности пока не позволяют рекомендовать выявленные запасы к промыслу [Орлов и др., 2020г], тем более с учётом возможных возвратных миграций от мест нагула в Арктике к нерестилищам в Баренцевом море [Benzik et al., 2022].

Подготовка статьи проведена в ходе выполнения государственного задания ИО РАН № FMWE2023-0002.

## Литература

Орлов А.М., Бензик А.Н., Ведищева Е.В., Гафицкий С.В., Горбатенко К.М., Горянина С.В., Зубаревич В.Л., Кодрян К.В., Носов М.А., Орлова С.Ю., Педченко А.П., Рыбаков М.О., Соколов А.М., Самов А.А., Субботин С.Н., Таптыгин М.Ю., Фирсов Ю.Л., Хлебородов А.С., Чикилев В.Г. 2019. Рыбохозяйственные исследования в Чукотском море на НИС «Профессор Леванидов» в августе 2019 г.: некоторые предварительные результаты // Тр. ВНИРО. — Т. 178. — С. 206–220. DOI: 10.36038/2307-3497-2019-178-206-220

Орлов А.М., Бензик А.Н., Ведищева Е.В., Горбатенко К.М., Горянина С.В., Зубаревич В.Л., Кодрян К.В., Носов М.А., Орлова С.Ю., Педченко А.П., Рыбаков М.О., Соколов А.М. 2020а. Предварительные результаты рыбохозяйственных исследований в Восточно-Сибирском море на НИС «Профессор Леванидов» в сентябре 2019 г. // Тр. ВНИРО. — Т. 179. — С. 187–205. DOI: 10.36038/2307-3497-2020-179-187-205

Орлов А.М., Бензик А.Н., Ведищева Е.В., Горбатенко К.М., Горянина С.В., Зубаревич В.Л., Кодрян К.В., Носов М.А., Орлова С.Ю., Педченко А.П., Рыбаков М.О., Соколов А.М. 2020б. Предварительные результаты рыбохозяйственных исследований в море Лаптевых на НИС «Профессор Леванидов» в сентябре 2019 г. // Тр. ВНИРО. — Т. 179. — С. 206–225. DOI: 10.36038/2307-3497-2020-182-201-215

Орлов А.М., Бензик А.Н., Рыбаков М.О., Носов М.А., Горбатенко К.М., Ведищева Е.В., Орлова С.Ю. 2020в. Некоторые предварительные результаты биологических исследований в Карском море на НИС «Профессор Леванидов» в сентябре 2019 г. // Тр. ВНИРО. — Т. 182. — С. 201–215. DOI: 10.36038/2307-3497-2020-182-201-215

Орлов А.М., Савин А.Б., Горбатенко К.М., Бензик А.Н., Морозов Т.Б., Рыбаков М.О., Терентьев Д.А., Ведищева Е.В., Курбанов Ю.К., Носов М.А., Орлова С.Ю. 2020г. Биологические исследования в российских дальневосточных и арктических морях в трансарктической экспедиции ВНИРО // Тр. ВНИРО. — Т. 181. — С. 102–143. DOI: 10.36038/2307-3497-2020-181-102-143

Орлова С.Ю., Горбатенко К.М., Бензик А.Н., Рыбаков М.О., Носов М.А., Орлова С.Ю. и др. 2021. Биологические рыбохозяйственные исследования в морях

Сибирской Арктики летом–осенью 2019 г. (рейс НИС “Профессор Леванидов”) // Океанология. — Т. 61. — № 2. — С. 334–335. DOI: 10.31857/S0030157421020167

*Benzik A.N., Budanova L.K., Orlov A.M.* 2022. Hard life in cold waters: Size distribution and gonads show that Greenland halibut temporarily inhabit the Siberian Arctic // *Wat. Biol. Secur.* — Vol. 1. — № 2. — Art. 100037.

*Cooper D.W., Cieciel K., Copeman L., Emelin P.O., Logerwell E., Ferm N., Lamb J., Levine R., Axler K., Woodgate R.A., Britt L., Lauth R., Laurel B., Orlov A.M.* 2023. Pacific cod or tikhookeanskaya treska (*Gadus macrocephalus*) in the Chukchi Sea during recent warm years: Distribution by life stage and age-0 diet and condition // *Deep Sea Res. II.* — Vol. 208. — Art. 105241. DOI: 10.1016/j.dsr2.2022.105241

*Emelianova O.R., Grigorov I.V., Orlov A.M., Orlova S.Y.* 2022a. Polymorphism of mtDNA gene *Cyt b* of the Chukchi Sea polar cod, *Boreogadus saida* (Gadidae, Gadiformes) // *Deep Sea Res. II.* — Vol. 206. — Art. 105212. DOI: 10.1016/j.dsr2.2022.105212

*Emelianova O.R., Bulatov O.A., Grigorov I.V., Orlov A.M., Orlova S.Y.* 2022b. Polymorphism of mtDNA gene *Cyt b* of walleye pollock, *Gadus chalcogrammus* (Gadidae), in the Chukchi Sea, western Bering Sea, and Sea of Okhotsk // *Deep Sea Res. II.* — Vol. 206. — Art. 105216. DOI: 10.1016/j.dsr2.2022.105216

*Emelin P.O., Maznikova O.A., Benzik A.N., Sheibak A. Yu., Trofimova A.O., Orlov A.M.* 2022. Invader’s portrait: biological characteristics of walleye pollock *Gadus chalcogrammus* in the western Chukchi Sea // *Deep Sea Res. II.* — Vol. 206. — Art. 105211. DOI: 10.1016/j.dsr2.2022.105211

*Maznikova O.A., Emelin P.O., Baitalyuk A.A., Vedishcheva E.V., Trofimova A.J., Orlov A.M.* 2023a. Polar cod (*Boreogadus saida*) of the Siberian Arctic: distribution and biology // *Deep Sea Res. II.* — Vol. 208. — Art. 105242. DOI: 10.1016/j.dsr2.2022.105242

*Maznikova O.A., Emelin P.O., Sheibak A.Y., Nosov M.A., Orlov A.M.* 2023b. Can an invader support commercial fishing? A case study of walleye pollock *Gadus chalcogrammus* in the western Chukchi Sea // *Deep Sea Res. II.* — Vol. 207. — Art. 105222. DOI: 10.1016/j.dsr2.2022.105222

*Orlov A.M., Orlova S.Y.* 2024. Eastward journey: a second capture and first genetically confirmed record of Greenland shark *Somniosus microcephalus* in the Laptev Sea (Siberian Arctic) // *Environ. Biol. Fish.* — Vol. 107. — № 1. — P. 47–57. DOI: 10.1007/s10641-024-01509-2

*Orlov A.M., Rybakov M.O., Vedishcheva E.V., Volkov A.A., Orlova S.Y.* 2021. Walleye pollock *Gadus chalcogrammus*, a species with continuous range from the Norwegian Sea to Korea, Japan, and California: new records from the Siberian Arctic // *J. Mar. Sci. Eng.* — Vol. 9. — № 10. — Art. 1141. DOI: 10.3390/jmse9101141

*Orlov A.M., Orlova S.Y., Rybakov M.O., Emelianova O.R., Vedishcheva E.V.* 2023. First record of the northern wolffish *Anarhichas denticulatus* Krøyer, 1845 (Anarhichadidae: Zoarcoidei: Perciformes) in the Siberian Arctic: further evidence of Atlantification? // *Climate.* — Vol. 11. — № 5. — Art. 101. DOI: 10.3390/cli11050101

*Orlov A.M., Volvenko I.V.* 2024. Ongoing borealization of Siberian Arctic marine ichthyofauna: further evidences // *Prog. Oceanogr.* (under revision).

Tokranov A. M., Emelin P. O., Orlov A. M. 2022a. Small but abundant: distribution and biology of Arctic staghorn sculpin *Gymnocanthus tricuspis* (Cottidae) in the Kara Sea // J. Ichthyol. — Vol. 62. — № 5. — P. 885–899. DOI: 10.1134/S0032945222050216

Tokranov A. M., Emelin P. O., Orlov A. M. 2022b. Small and abundant but understudied ribbed sculpin *Triglops pingelii* (Cottidae, Teleostei) from the Kara Sea (Siberian Arctic): distribution, biology, and comparison with congeners // Diversity. — Vol. 14. — № 10. — Art. 853. DOI: 10.3390/d14100853

Tokranov A. M., Emelin P. O., Orlov A. M. 2024a. Closing gaps in knowledge about the ichthyofauna of the Siberian Arctic: distribution and some life history traits of the bigeye sculpin *Tryglops nybelini* (Cottidae) of the Laptev Sea // Polar Biol. (under review).

Tokranov A. M., Emelin P. O., Orlov A. M. 2024b. Armored poacher in distant cold waters: new data on the Arctic alligatorfish *Aspidophoroides olrikii* (Agonidae, Perciformes, Teleostei) from the Kara Sea (Siberian Arctic) // Polar Biol. DOI: 10.1007/s00300-024-03280-7

## НОВЫЕ ДАННЫЕ О РАСПРЕДЕЛЕНИИ И ПИТАНИИ ФИОЛЕТОВОГО СКАТА В СЕВЕРНОЙ ЧАСТИ ОХОТСКОГО МОРЯ

**С. М. Русяев, Ф. А. Бурлак**

Магаданский филиал Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии (МагаданНИРО)

*New data on the distribution and nutrition of the Okhotsk skate in the northern part of the Okhotsk Sea*

**S. M. Rusyaev, Ph. A. Burlak**

Magadan Branch of Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography (MagadanNIRO)

Северная часть Охотского моря (Северо-Охотоморская подзона) — важнейший промысловый район морей Дальнего Востока. Биоресурсы этого акватории, по сравнению с другими участками Охотского моря, изучены гораздо слабее. Суровые климатические условия сужают сезон периода сбора материала, позволяя в летний период выполнять лишь исследования популяций ключевых видов-объектов рыболовного промысла (сельдь, минтай, треска, навага, корюшка, камбалы). Экосистемный подход, внедряемый для управления биоресурсами дальневосточных морей, требует обширных знаний о видовом составе, трофической структуре ихтиоценозов. Особое значение при развитии экосистемного подхода уделяется видам, имеющим высокую численность, либо видам — активным хищникам. Такое фокусирование на ключевых видах позволяет быстрее получить информацию о структуре трофических сетей. Однако в северной части Охотского моря, где имеются значительные ресурсы донных беспозвоночных, полезно уделять внимание и рыбам-бентофагам.

Одним из таких видов в северной части Охотского моря является фиолетовый скат *Bathiraja violacea* Suvorov, 1935 — мезобентальный, широкобореальный приазиатский вид [Долганов, 1999]. Специализированный промысел этого ската в северной части моря не ведётся, а его вылов в Северо-Охотоморской подзоне объединяется с выловом других скатов — в виде прилова на ярусном промысле палтуса [Прикоки, Смирнов, 2017], трески, макруросов.

Распределение и особенности размножения этого вида изучены на многолетних материалах, полученных в морях северо-восточной части Тихого океана [Григоров и др., 2017]. Значительный пространственный масштаб этого исследования не раскрывает особенностей распределения фиолетового краба в северной части Охотского моря. Питание фиолетового ската

в северной части Охотского моря не исследовалось. Таким образом, информации о распределении и питании этого вида в северной части моря нет, что и предопределило постановку цели работы: дополнить сведения о распределении вида, изучить состав пищи рыб на данной акватории.

Материалом для работы послужили результаты двух траловых съёмок. Эти траловые съёмки, проведённые в целях учёта численности краба-стригуна опилию, ограничивались координатами  $55^{\circ}$ – $58^{\circ}$  с.ш.,  $141^{\circ}$ – $153^{\circ}$  в.д. В съёмке, выполненной в августе-сентябре 2021 г. на 80 траловых станциях, исследовано 50 экз. фиолетового ската. На 143 траловых станциях, выполненных в июле 2024 г., исследовано 15 экз. этого вида. Рыбу взвешивали на весах «Merel» (точность измерений  $\pm 5$  г), измеряли общую длину тела (TL) в сантиметрах, определяли пол. Обработку содержимого желудков осуществляли согласно «Руководству по изучению питания рыб» [1961]. Для сравнительной оценки интенсивности питания определялся средний балл наполнения желудка. Измеряли размер компонентов питания для уточнения суточного пищевого рациона (в работе не приводится) и расчёта индекса сходства спектров питания. Температура воды определена с помощью датчика «Термохрон» (точность измерений  $\pm 0,5$  °C).

Результаты картирования распределения фиолетового ската показали его приуроченность к району с глубинами от 124 до 350 м. Известно, что районы откладки яйцевых капсул у этого вида находятся на больших глубинах [Орлов, Бирюков, 2005]. Считается, что в летний период, фиолетовый скат мигрирует на нагул на мелководья [Долганов, 1999]. Принимая эту гипотезу, можно предположить, что половозрелые крупные особи (от 59 см, по [Баланов и др., 2021]), как более активные мигранты будут чаще обнаруживаться на максимальном расстоянии от репродуктивных районов (глубоководная, центральная часть моря). Возможно, по этой причине крупных особей ската вылавливали в районе, примыкающем к Тауйской губе. В распределении фиолетового ската также отмечается тенденция существования западного и восточного скоплений рыб. Это может быть связано с наличием двух репродуктивных зон, откуда молодые особи этого вида осуществляют миграции. Температура воды на траловых станциях, в которых отмечался фиолетовый скат — варьировала от  $-0,5$  до  $1,5$  °C.

Длина особей ската в уловах трала варьировала от 30 до 103 см (массой от 220 до 8500 г). В размерном составе выделялись две когорты с модальными классами 50–55 см и 95–100 мм. Средний размер рыб составил 56,5 см, что меньше (63,8 см) чем в районе Западной Камчатки [Виноградская и др., 2022]. Соотношение самок и самцов составило 1,3:1. В питании фиолетового ската с размерами 30–70 см, доминировали беспозвоночные, у рыб больших размеров преобладала рыба (табл. 1).

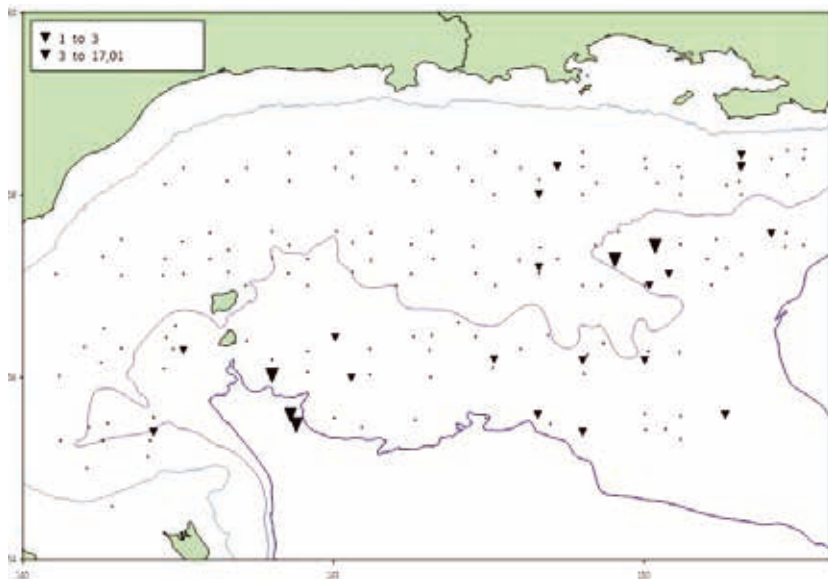


Рис. 1. Уловы (треугольник) фиолетового ската (экз. на траление) относительно изобат 100, 200 и 300 м в северной части Охотского моря на станциях (точка) траловых съёмов 2021, 2024 гг.

Таблица 1. Частота встречаемости (в % от общего количества) объектов питания фиолетового ската в северной части Охотского моря, по группам

Кормовой объект, вид, таксономическая группа	Размерные группы ската, длина, см		
	30–50	51–70	>71
Креветки <i>Pandalus</i> sp.	5	19	33,3
Креветки <i>Argis</i> sp.	5	4,7	
Креветка <i>Neocrangon communis</i>	10	9,75	
Amphipoda	60	14,2	
Euphausiacea	10		
Polychaeta	10		
Краб <i>Chionoecetes opilio</i>		33,3	
Краб <i>Hyas coarctatus</i>		4,7	
Рак-отшельник <i>Pagurus</i> sp.		4,7	
Осьминоги <i>Octopus</i> sp.		4,7	
Pisces (сельдь, минтай)		4,7	55,5
Pisces (бычки, карпепокрыты)		9,75	11,1
Средний балл наполнения желудков	2,2	2,0	2,3

Частота встречаемости бокоплавов (главным образом *Hyperiidea*), основного компонента питания неполовозрелых особей, составила 60%. В питании рыб с размерами 51–70 см помимо креветок *Pandalus* sp. и крабов присутствовала молодь рыб и осьминоги. У старшей размерной когорты ската (от 71 см) в питании доминировала сельдь и минтай (55% встречаемости кормовых объектов). Интенсивность питания по всем размерным группам составила 2,2 балла, что близко к данным, полученным в летний период для юго-восточной части моря [Фатыхов, 2013].

Пространственных и временных (суточных) различий в питании ската, выявить не удалось. Однако частота встречаемости отдельных объектов питания (креветки) в желудках ската имела некоторую зависимость от плотности их скопления (экз. на траление).

Выглядит полезным, сопоставление данных распределения и питания фиолетового и щитоносного скатов, как наиболее распространённых хрящевых рыб на севере Охотского моря. Щитоносный скат имеет большую встречаемость и очевидно, более высокую численность в Северо-Охотоморской подзоне моря. Его трофический уровень (ТУ) составляет в среднем 4,3 [База данных [www.fishbase.org](http://www.fishbase.org)], что существенно выше этого показателя для фиолетового ската (3,5). Анализ питания этих видов по результатам двух съёмов в северной части Охотского моря подтверждает значительную разницу в величине ТУ этих видов. В отличие от щитоносного ската, в рационе фиолетового ската в северной части Охотского моря рыба встречается относительно редко. Кроме того, у этих видов имелись различия в доли непитающихся особей на акватории северной части моря. Доля пустых желудков у фиолетового ската в летний период данного исследования составила — 2%, у щитоносного ската, по данным съёмки 2021 г., — 14% [Русяев, Прикоки, 2022]. Щитоносный скат — активный хищник, жертвами которого является в основном рыба: минтай и сельдь. Очевидно, что эти виды-жертвы щитоносного ската не всегда образуют необходимую плотность для его эффективной охоты в северной части моря, что, вероятно, сказывается и на доле пустых желудков. Напротив, фиолетовый скат — вид, использующий в качестве пищевых объектов креветок, крабов, бокоплавов. Добыча этих кормовых организмов энергетически менее затратная, но в силу меньших размеров и калорийности, вероятно, требует их регулярного потребления бентофагами в суточном цикле. Лишь для крупных особей фиолетового ската выявлено питание рыбой. Предварительная, грубая оценка перекрытия спектров питания (по индексу сходства Шенера) щитоносного и фиолетового ската в северной части моря, по нашим данным, составила 25%, что ниже, чем в южной части моря — 32,4% [Фатыхов, 2013]. Невысокая

встречаемость (и соответственно, численность) взрослых особей фиолетового ската на севере моря также снижает межвидовую конкуренцию.

Полученная информация о распределении, биологических характеристиках и питании фиолетового ската призвана уточнить общее представление об его роли в экосистеме Охотского моря. Важными являются и сведения об относительной численности популяции этой хрящевой рыбы — как особо уязвимой для промысла. С позиций парадигмы сохранения биологического разнообразия, мониторинг питания крупных бентофагов (даже с невысокой численностью популяций) обеспечивает полноценный анализ состояния водных экосистем.

## Литература

База данных [www.fishbase.org](http://www.fishbase.org) (дата обращения: 15.08.2024).

Баланов А.А., Панченко В.В., Савин А.Б. 2021. Первое обнаружение нерестилища ската Таранца *Bathyraja taranetzi* (Dolganov, 1983) и фиолетового ската *B. violacea* (Suvofov, 1935) в тихоокеанских водах северных Курильских островов // Биол. моря. — Т. 47. — № 1. — С. 67–72.

Виноградская А.В., Матвеев А.А., Терентьев Д.А. 2022. Новые данные по промыслу и состоянию запасов скатов семейства Arhynchobatidae у западного побережья Камчатки // Вестн. КамчатГТУ. — Вып. 59. — С. 49–61.

Григоров И.В., Байталоук А.А., Орлов А.М. 2017. Пространственное распределение, размерный состав и динамика уловов фиолетового ската *Bathyraja violacea* в Северной Пацифике // Вопр. ихтиол. — Т. 57. — № 5. — С. 553–567.

Долганов В.Н. 1999. Географическое и батиметрическое распространение скатов семейства Rajidae в дальневосточных морях России и сопредельных водах // Вопр. ихтиол. — Т. 39. — № 3. — С. 428–430.

Орлов А.М., Бирюков И.А. 2005. О поимке готовых к откладке яйцевых капсул самок фиолетового ската *Bathyraja violacea* (Rajidae) // Вопр. ихтиол. — Т. 45. — № 3. — С. 426–429.

Прикоки О.В., Смирнов А.А. 2017. Размерно-весовые показатели фиолетового ската *Bathyraja violacea* из приловов на промысле чёрного палтуса в северной части Охотского моря // Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей: Мат-лы XVIII Междунар. науч. конф. — Петропавловск-Камч.: Камчатпресс. — С. 461–463.

Руководство по изучению питания рыб в естественных водоёмах. 1961. — М.: АН СССР. — 262 с.

Русяев С.М., Прикоки О.В. 2022. Питание и пищевое поведение щитоносного ската *Bathyraja parmifera* в северной части Охотского моря в летний период 2021 г. // Изучение водных и наземных экосистем: история и современность: Тез. докл. II Междунар. науч.-практ. конф. — Севастополь: ИнБЮМ РАН. — С. 136–137.

Фатыхов Р.Н. 2013. Питание массовых видов скатов рода *Bathyraja* в тихоокеанских водах северных Курильских островов и Юго-Восточной Камчатки // Тр. Сах-НИРО. — Т. 14. — С. 129–142.



## АЛФАВИТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ АВТОРОВ

- Арапов К. А. 292  
Артюхин Ю. Б. 262  
Архипова Е. А. 194  
Базаркина Л. А. 270  
Балакирев Д. А. 279  
Богданова К. В. 213  
Бонк Т. В. 213  
Бочарова Е. С. 104  
Бочкова Е. В. 184  
Бугаев А. В. 93  
Бугай А. В. 223, 248  
Бурдин А. М. 200, 279  
Бурлак Ф. А. 320, 339  
Бусарова О. Ю. 18, 22  
Буторина Т. Е. 22  
Варкентин А. И. 206  
Вецлер Н. М. 213  
Власов Т. В. 276  
Волкова Е. В. 279  
Вяткина М. П. 27  
Герасимов Ю. Н. 32, 36, 90  
Герлиц А. И. 93  
Голуб Н. В. 27  
Григорьев С. С. 41, 218  
Данилин Д. Д. 223, 248, 300  
Денисенко А. Д. 306  
Духова Э. Р. 32, 48, 136  
Дьяков М. Ю. 99  
Есин Е. В. 104  
Зимин А. В. 206  
Зиневич Л. С. 139  
Зорина А. А. 112  
Ильин М. И. 139  
Ильющенко Н. А. 147  
Казаков Н. В. 285  
Кириченко В. Е. 72  
Климова А. В. 147  
Клочкова Н. Г. 153, 160, 237  
Ковалёва В. М. 36  
Кондакова Д. А. 325  
Кораблёв А. П. 292  
Корнев С. И. 51, 227, 295, 300  
Коростелев С. Г. 168  
Крыженковская В. В. 306  
Кусиди А. Э. 153  
Ланивая С. С. 233  
Лепская Е. В. 54  
Лобков Е. Г. 57, 139, 176  
Мангазиев А. В. 160  
Маркевич Г. Н. 104  
Махновский П. А. 104  
Мельник Н. О. 65  
Миронова А. М. 276  
Муравская У. О. 306  
Несговорова Н. П. 118  
Нешатаева В. Ю. 72  
Никчемный М. Е. 72  
Овчеренко Р. Т. 233  
Орлов А. М. 329  
Паренский В. А. 22  
Пархутова И. И. 237  
Пасочина А. А. 248  
Пильганчук О. А. 306  
Прусова Н. Г. 118  
Растягаева Н. А. 93  
Ревель-Муроз А. Ж. 312  
Редькин Я. А. 139  
Рогатых С. В. 237  
Русяев С. М. 339  
Савельев В. Г. 118  
Савенков В. В. 306  
Санамян К. Э. 127  
Санамян Н. П. 127  
Сандалова Е. В. 292  
Саушкина Д. Я. 206  
Свергун Е. И. 206  
Сединкина Е. Е. 118  
Седова Н. А. 41, 218  
Селезнев Д. Г. 104  
Сергеенко Н. В. 184  
Скворцов К. И. 72  
Смирнов А. А. 255, 320  
Снегур П. П. 79  
Сорокин А. Г. 139  
Степанов В. Г. 244  
Степанова А. С. 93  
Тепнин О. Б. 206, 213  
Токранов А. М. 248  
Травин С. А. 306  
Транбенкова Н. А. 83  
Улагов А. В. 168  
Устименко Е. А. 184  
Хорева М. Г. 325  
Хрусталева А. М. 312  
Чернягина О. А. 189  
Шабуров А. Ю. 213  
Шейбак А. Ю. 255

## LIST OF AUTHORS IN ALPHABETIC ORDER

- Arapov K. A. 292  
Arkipova E. A. 194  
Artukhin Yu. B. 262  
Balakirev D. A. 279  
Bazarkina L. A. 270  
Bocharova E. S. 104  
Bochkova E. V. 184  
Bogdanova K. V. 213  
Bonk T. V. 213  
Bugaev A. V. 93  
Bugay A. V. 223, 248  
Burdin A. M. 200, 279  
Burlak Ph. A. 320, 339  
Busarova O. Yu. 18, 22  
Butorina T. E. 22  
Chernyagina O. A. 189  
Danilin D. D. 223, 248, 300  
Denisenko A. D. 306  
Dukhova E. R. 32, 48, 136  
Dyakov M. Yu. 99  
Esin E. V. 104  
Gerasimov Yu. N. 32, 36, 90  
Gerlits A. I. 93  
Golub N. V. 27  
Grigorev S. S. 41, 218  
Iljin M. I. 139  
Ilyushenko N. A. 147  
Kazakov N. V. 285  
Khoreva M. G. 325  
Khrustaleva A. M. 312  
Kirichenko V. Ye. 72  
Klimova A. V. 147  
Klochkova N. G. 153, 160, 237  
Kondakova D. A. 325  
Korablev A. P. 292  
Kornev S. I. 51, 227, 295, 300  
Korostelev S. G. 168  
Kovaleva V. M. 36  
Kryzhenovskaya V. V. 306  
Kusidi A. E. 153  
Lanivaya S. S. 233  
Lepskaya E. V. 54  
Lobkov E. G. 57, 139, 176  
Makhnovsky P. A. 104  
Mangaziev A. V. 160  
Markevich G. N. 104  
Melnik N. O. 65  
Mironova A. M. 276  
Muravskaya U. O. 30  
Nesgovorova N. P. 118  
Neshataeva V. Yu. 72  
Nikchemnyi M. E. 72  
Orlov A. M. 329  
Ovcherenko R. T. 233  
Parensky V. A. 22  
Parkhutova I. I. 237  
Paskochina A. A. 248  
Pilganchuk O. A. 306  
Prusova N. G. 118  
Rastyagaeva N. A. 93  
Red'kin Ya. A. 139  
Revel-Muroz A. Zh. 312  
Rogatykh S. V. 237  
Rusyaev S. M. 339  
Sanamyan K. E. 127  
Sanamyan N. P. 127  
Sandalova E. V. 292  
Saushkina D. Y. 206  
Savelyev V. G. 118  
Savenkov V. V. 306  
Sedinkina E. E. 118  
Sedova N. A. 41, 218  
Seleznev D. G. 104  
Sergeenko N. V. 184  
Shaburov A. Yu. 213  
Sheibak A. Yu. 255  
Skvortsov K. I. 72  
Smirnov A. A. 255, 320  
Snegur P. P. 79  
Sorokin A. G. 139  
Stepanov V. G. 244  
Stepanova A. S. 93  
Svergun E. I. 206  
Tepnin O. B. 206, 213  
Tokranov A. M. 248  
Tranbenkova N. A. 83  
Travin S. A. 306  
Ulatov A. V. 168  
Ustimenko E. A. 184  
Varkentin A. I. 206  
Vetsler N. M. 213  
Vlasov T. V. 276  
Volkova E. V. 279  
Vyatkina M. P. 27  
Zimin A. V. 206  
Zinevich L. S. 139  
Zorina A. A. 112

## СПИСОК ОРГАНИЗАЦИЙ – УЧАСТНИКОВ КОНФЕРЕНЦИИ И ИХ АДРЕСА



Российский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства  
и океанографии (ВНИРО)

105187, г. Москва, Окружной проезд, 19

Тел.: +7(499) 264–93–87, Факс: +7(499) 264–91–87

E-mail: vniro@vniro.ru

Дагестанский государственный университет (ДГУ)

367000, Республика Дагестан, г. Махачкала, ул. Гаджиева, 43 а

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет  
(Дальрыбвтуз)

Владивосток, ул. Луговая, 52 Б

E-mail: olesyabusarova@mail.ru

Зоологический музей МГУ им. М.В. Ломоносова

125009, Москва, ул. Б. Никитская, 2

E-mail: zmmu@zmmu.msu.ru

Ивановский государственный университет (ИВГУ)

153025, Иваново, ул. Ермака, 39

Институт биологии внутренних вод (ИБВВ) им. И.Д. Папанина РАН

152742, Ярославская обл., Некоузский р-н, п. Борок, 109

Институт биологии гена (ИБГ) РАН

119334, Москва, ул. Вавилова, 34/5

E-mail: mailfed@mail.ru

Институт биологии развития (ИБР) им. Н.К. Кольцова РАН

119334, Москва, ул. Вавилова, 26

Институт биологических проблем криолитозоны (ИБПК) СО РАН

677000, Якутск, пр. Ленина, 41

Институт медико-биологических проблем (ИМБП) РАН

123007, Москва, Хорошевское шоссе, 76А

Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН

117997, Москва, Нахимовский пр., 36

E-mail: orlov.am@ocean.ru

Институт проблем экологии и эволюции (ИПЭЭ) им. А.Н. Северцова РАН  
119071, Москва, Ленинский пр., 33

Камчатский государственный технический университет (КамчатГТУ)  
683003, г. Петропавловск-Камчатский, ул. Ключевская, 35  
Тел.: (4152) 42–76–10, (4152) 42–38–23

Камчатский государственный университет им. Витуса Беринга  
683032, г. Петропавловск-Камчатский, ул. Пограничная, 4  
Тел.: (41522) 2–68–42

Камчатский филиал Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии (КамчатНИРО)  
683000, г. Петропавловск-Камчатский, ул. Набережная, 18  
Тел./факс: (4152) 41–27–01  
E-mail: kamniro@vniro.ru

Камчатский филиал Тихоокеанского института географии (КФ ТИГ) ДВО РАН  
683000, г. Петропавловск-Камчатский, ул. Партизанская, 6  
Тел./факс: (4152) 41–24–64  
E-mail: kftigkamchatka@mail.ru

Кроноцкий государственный природный биосферный заповедник  
684000, Камчатский край, г. Елизово, ул. Рябикова, 48  
Тел.: (415–31) 7–39–05  
E-mail: zapoved@kronoki.ru

Магаданский филиал Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии (МагаданНИРО)  
685000, г. Магадан, ул. Портовая, 36/10  
E-mail: rusyaevsm@magadan.vniro.ru

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова  
119991, г. Москва, Ленинские горы, д. 1

Санкт-Петербургский филиал Института океанологии им. П.П. Ширшова РАН  
199004, г. Санкт-Петербург, 1-я Линия Васильевского острова, 30

Северо-Восточный государственный университет  
685000, г. Магадан, ул. Портовая, 13

Территориальный отдел водных ресурсов по Камчатскому краю  
Амурского бассейнового водного управления  
680021, г. Хабаровск, ул. Герасимова, 31  
amur@bvu.kht.ru

ВНИИ Экология

117628, г. Москва, 36 км МКАД, двлд. 1, стр. 4

E-mail: lzinevich@gmail.com

Курганский государственный университет

640002, г. Курган, ул. Советская, 63, стр. 4

Тел.: 8-352-265-4937

E-mail: natali\_348@mail.ru

Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН

197376, г. Санкт-Петербург, ул. проф. Попова, 2

Тел.: (812) 698-67-03, факс: (812) 234-45-12

Зоологический институт РАН

199034, г. Санкт-Петербург, Университетская наб., 1

E-mail: zorana97@mail.ru

Институт биологических проблем Севера (ИБПС) ДВО РАН

685000, г. Магадан, ул. Портовая, 18

Тел.: (4132) 63-44-21, факс: (4132) 63-44-63

E-mail: mkhoreva@ibpn.ru

## LIST OF ORGANIZATION – PARTICIPANTS OF THE CONFERENCE AND THEIR ADDRESSES

All-Russian Research Institute for Environmental Protection

36 km MKAD, dvld. 1/ 4, Moscow, 117628, Russia

E-mail: lzinevich@gmail.com



Russian Research Institute of Fishery and Oceanography (VNIRO)

Okruzhnoy proezd, 19, Moscow, 105187, Russia

Phone: +7(499) 264–93–87, fax: +7(499) 264–91–87

E-mail: vniro@vniro.ru

A. N. Severtsov Institute Problems of Ecology and Evolution (IPEE) RAS

Lenin Avenue, 33, Moscow, 119071, Russia

Dagestan State University (DSU)

Gadzhiev str., 43a, Makhachkala, Republic of Dagestan, 367000, Russia

Far Eastern State Technical Fisheries University (Dalrybvtuz)

Lugovaya str., 52 B, Vladivostok, Russia

E-mail: olesyabusarova@mail.ru

Institute for Biological Problems of Cryolithozone Siberian Branch RAS

Lenin Avenue, 41, Yakutsk, 677000, Russia

Institute of Gene Biology (IGB) RAS

Vavilov str., 34/5, Moscow, 119334, Russia

E-mail: mailfed@mail.ru

Institute of Biomedical Problems (IBMP) RAS

Khoroshevskoye str., 76A, Moscow, 123007, Russia

Institute of Biological Problems of the North (IBPN) FEB RAS

Portovaya str., 18, Magadan, Russia

Phone: (4132) 63–44–21, fax: (4132) 63–44–63

E-mail: mkhoreva@ibpn.ru

Institute of Zoology RAS

University nab., 1, St. Petersburg, Russia

E-mail: zorana97@mail.ru

Ivanovo State University (IvSU)

Ermaka str., 39, Ivanovo, 153025, Russia

Kamchatka Branch of Pacific Geographical Institute (KB PGI) FEB RAS

Partizanskaya str., 6, Petropavlovsk-Kamchatsky, 683000, Russia

Phone/fax: (4152) 41–24–64

E-mail: kftigkamchatka@mail.ru

Kamchatka Branch of Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography (KamchatNIRO)

Naberezhnaya str., 18, Petropavlovsk-Kamchatsky, 683000, Russia

Phone/fax: (4152) 41–27–01

E-mail: kamniro@vniro.ru

Kamchatka State Technical University (KamchatSTU)

Klyuchevskaya str., 35, Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003, Russia

Phone: (4152) 42–76–10, (4152) 42–38–23

Vitus Bering Kamchatka State University

Pogranichnaya str., 4, 683003, Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003, Russia

Phone: (41522) 2–68–42

Koltzov Institute of Developmental Biology (IDB) RAS

Vavilov str., 26, Moscow, 119334, Russia

Komarov Institute of Botany RAS

Prof. Popov str., 2, St. Petersburg, 197376, Russia

Phone: (812) 698–67–03, fax: (812) 234–45–12

Kronotsky State Natural Biosphere Reserve

Ryabikova str., 48, 684000, Elizovo, Kamchatsky krai, Russia

Phone: (415–31) 7–39–05

E-mail: zapoved@kronoki.ru

Kurgan State University

Sovetskaya str., 63/4, Kurgan, 640002, Russia

Тел.: 8–352–265–4937.

E-mail: natali\_348@mail.ru

Magadan Branch of Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography

(Magadan )

/Portovaya str., 36/10, Magadan, 685000, Russia

E-mail: rusyaevsm@magadan.vniro.ru

Lomonosov Moscow State University

Leninskie Gory, 1, Moscow, 119991, Russia

North-Eastern State University  
Portovaya str., 13, Magadan, 685000, Russia

Papanin Institute for Biology of Inland Waters (IBIW) RAS  
Borok, 109, Nekouzskiy district, Yaroslavsky Region, 152742, Russia

Shirshov Institute of Oceanology, Russian Academy of Sciences  
Nakhimov Avenue, 36, Moscow, 117997, Russia

E-mail: orlov.am@ocean.ru



St. Petersburg Branch of the Shirshov Institute of Oceanology RAS  
St. Petersburg

Water Resources Territorial Department of Kamchatka Region  
of Amur Basin Water Department  
Gerasimov str., 31, Khabarovsk, 680021, Russia  
amur@bvu.kht.ru

Zoological Museum, Moscow State University  
B. Nikitskaya str., 2, Moscow, 125009, Russia  
E-mail: zmmu@zmmu.msu.ru



*Научное издание*

## **СОХРАНЕНИЕ БИОРАЗНООБРАЗИЯ КАМЧАТКИ И ПРИЛЕГАЮЩИХ МОРЕЙ**

Материалы XXV Всероссийской научной конференции  
14–15 ноября 2024 г.

Материалы настоящего сборника публикуются в авторской редакции.

Ответственный за выпуск — *А. В. Зименко*  
Макет — *Б. Ю. Руссо*

На обложке:

Тихоокеанская чайка *Larus schistisagus* Stejneger, 1884, колония  
которой на о. Крашенинникова с прилегающей акваторией Авачинского залива заслуживает  
статуса морской ключевой орнитологической территории  
международного значения. Фото Ю. Б. Артюхина.

Актинидия китайская *Actinidia chinensis* — перезимовавшее растение  
на территории городских очистных сооружений на м. Чавыча  
(г. Петропавловск-Камчатский). Фото О. А. Черягиной.

Распространяется бесплатно

Подписано в печать 30.09.2024. Формат 60×84/16.  
Гарнитура «Times New Roman». Бумага офсетная. Печать цифровая.  
Уч.-изд. л. 18,1. Усл. печ. л. 20,5.  
Тираж 150 экз. Заказ № 37634.

Благотворительный фонд «Центр охраны дикой природы»  
E-mail: [biodivers@biodiversity.ru](mailto:biodivers@biodiversity.ru)  
Интернет: [www.biodiversity.ru](http://www.biodiversity.ru)

Отпечатано с готового оригинал-макета  
в ООО «Сам Полиграфист»  
129090, Москва, Протопоповский пер., д. 6  
[www.samprint.ru](http://www.samprint.ru)

