



Камчатский филиал ФГБУН
Тихоокеанский институт географии ДВО РАН

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

Камчатский государственный технический университет

Камчатское краевое отделение
Русского географического общества

Камчатская краевая научная библиотека
имени С. П. Крашенинникова

СОХРАНЕНИЕ БИОРАЗНООБРАЗИЯ КАМЧАТКИ И ПРИЛЕГАЮЩИХ МОРЕЙ

**Материалы
XXII международной научной конференции
17–18 ноября 2021 г.**

**Conservation of biodiversity of Kamchatka
and coastal waters**
Materials of XXII international scientific conference
Petropavlovsk-Kamchatsky, November 17–18 2021

Петропавловск-Камчатский
Издательство «Камчатпресс»
2021

УДК 504.062
ББК 28.688
С54

DOI: 10.53657/9785961004038

Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей :
С54 материалы XXII международной научной конференции, посвященной 120-летию со дня рождения известного камчатского учёного-ихтиолога, одного из организаторов регулярных исследований биологии и состояния запасов морских промысловых рыб у берегов Камчатки, почётного гражданина Петропавловска-Камчатского к.б.н. И. А. Полутова. – Петропавловск-Камчатский : Камчатпресс, 2021. – 244 с.

ISBN 978-5-9610-0403-8

Сборник включает материалы состоявшейся 17–18 ноября 2021 г. в Петропавловске-Камчатском XXII международной 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.

УДК 504.062
ББК 28.688

Conservation of biodiversity of Kamchatka and coastal waters :
Materials of the XXII international scientific conference, dedicated to the 120th anniversary of the famous Kamchatka ichthyologist, one of the organizers of regular reserches of biology and state of stock abundances of sea commercial fishes near coasts of Kamchatka, candidat of biological sciences I.A. Polutov's birthday. – Petropavlovsk-Kamchatsky : Kamchatpress, 2021. – 244 p.

The proceedings include the materials of the XXII scientific Conference on the problems of biodiversity conservation in Kamchatka and adjacent seas held on 17–18 November, 2021 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:

С.К. Коростелев, д.б.н., Е.Г. Лобков, д.б.н., Т.В. Рязанова, к.б.н.,
А.М. Токранов, д.б.н. (отв. редактор), О.А. Чернягина

Перевод на английский Е.М. Ненашевой
Издано по решению Ученого Совета КФ ТИГ ДВО РАН

ISBN 978-5-9610-0403-8

© Камчатский филиал ФГБУН
Тихоокеанский институт
географии ДВО РАН, 2021

DOI: 10.53657/9785961004038_92

ХРОНОБИОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ГРУППИРОВКИ СИВУЧЕЙ *EUMETOPIAS JUBATUS*, ЗИМУЮЩЕЙ В ЧЕРТЕ Г. ПЕТРОПАВЛОВСКА-КАМЧАТСКОГО

В.Е. Пинигин**, *С.И. Корнев**

**Камчатское краевое отделение Русского географического общества,
Петропавловск-Камчатский*

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

THE CHRONOBIOLOGICAL ANALYSIS OF GROUP OF SEA LIONS *EUMETOPIAS JUBATUS*, WINTERING IN AREA PETROPAVLOVSK-KAMCHATSKY CITY

V.E. Pinigin**, *S.I. Kornev**

**Kamchatka Branch of the Russian Geographical Society,
Petropavlovsk-Kamchatsky*

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

Состояние зимующей группировки сивучей в акватории, примыкающей к городской черте г. Петропавловска-Камчатского, с использованием стандартных статистических методов достаточно подробно было охарактеризовано несколько ранее камчатскими исследователями-биологами [Вертянкин, Никулин, 2004, Баянов, Корнев, 2008, Никулин и др., 2014 и др.].

В данной публикации мы проанализировали изменения, которые происходили в зимующей группировке сивучей в черте г. Петропавловска-Камчатского за период наблюдений (2001–2020 гг.) с применением нового математического метода в биологии, который получил название хронобиологического анализа (ХБА) [Проскуряков, 2012]. Действительным членом РАН, д.б.н. М. А. Проскуряковым были разработаны научно-методологическая основа и методика ХБА природных изменений биоценозов, формирующихся с участием растений и животных. Целесообразность и приоритет данного решения проблемы подтверждены 25-летними авторскими исследованиями М. А. Проскурякова, объектами которых служили разные таксоны растений и представители самого многочисленного класса животных на земле – насекомых [Проскуряков, 2012].

Для анализа зимующей группировки сивучей почти за 20-летний период наблюдений для статистической обработки мы сформировали 17 временных рядов с 2003 по 2019 гг., отвечающих требованиям их образования: постоянство места, времени наблюдения и методики. При этом 2001 и 2002 гг. нами не включены во временные ряды по причине того, что за эти годы имелись неполные ряды сведений о численности животных. По этой же причине исключены из помесячного учёта сентябрь и май. Таблица временных рядов включает данные максимальной численности сивучей по 18 годам, в каждом из которых – по семь месяцев наблюдений с октября по апрель. В задачи исследований входило: рассчитать величины корреляционных отношений между исследуемыми параметрами численности зимующей группировки животных и режимом времени изменения среды (условий) их обитания при воздействии на них интегрального воздействия факторов; выяснить уровень статистической значимости полученных характеристик; построить графические линии регрессии, отражающие временной ход изменения численности, определить скорость, направление и величины смещения исследуемых параметров в режиме изменения климатических воздействий; проанализировать динамику биологической устойчивости и рекреационный ресурсный потенциал; дать количественную оценку степени уязвимости характеристик динамики популяции при комплексном влиянии всей совокупности факторов среды их обитания.

Для решения поставленных задач нами был использован методологический подход, при котором экологические объекты рассматриваются как хронобиологические процессуальные системы, которые с изменением условий обитания проявляют определённую последовательность состояний во времени. Входом в такую систему является период жизни – временной интервал лет, когда ведутся наблюдения. Выходом – данные, полученные по результатам наблюдений. Исследуя с использованием арсенала вероятностных и статистических методов связь между входом и выходом, «можно анализировать её поведение, даже не зная, как работают её внутренние компоненты» [Проскураков, 2012].

Методика хронобиологического анализа (ХБА) предусматривает в качестве независимой переменной фактор времени (X), а зависимой – изменяющаяся численность сивучей. С целью фильтрации «шума», обусловленного колебаниями окружающей природной среды, ХБА предусматривает применение корреляционного и регрессионного анализов. Также нами принято во внимание, что при криволинейном характере реакции большинства экологических систем животного и растительного мира на изменение среды обитания, для оценки тесноты связи нами применялся не коэффициент корреляции (r), а корреляционное отношение (η^2_{yx}). На примере изменения общей численности сивучей в таблице 1 получены

следующие статистические показатели корреляционного отношения к изменениям всей совокупности факторов среды обитания.

Таблица 1. Результаты анализа показателей корреляционного отношения численности зимующих сивучей в Авачинской губе в 2003–2020 гг.

Корреляционное отношение $\eta \pm (tx_{5yx})$	Коэффициент детерминации d_{yx}	Уровни значимости			Степень уязвимости
		$t_{005\text{табл}}$	$t_{001\text{табл}}$	$t_{\text{факт}}$	
0,859±0,27	0,737	6,7	2,1	2,9	Высокая

Так, в первом столбце результат корреляционного отношения η_{yx} 0,859 свидетельствует, что теснота связи численности сивучей с годами наблюдений сильная, она имеет пределы значений от 0 до 1, и связь тем теснее, чем ближе к единице. Это подтверждает тесную корреляцию численности сивучей в Авачинской губе с изученным периодом времени и что 95%-процентный доверительный интервал находится в пределах 0,99±0,01. Нулевая гипотеза об отсутствии связи отвергается на высоком уровне значимости, когда $t_{\text{факт}}$ (фактический уровень значимости) выше $t_{\text{табл}}$ (табличный уровень значимости) до 0,01 или 99,9% вероятности.

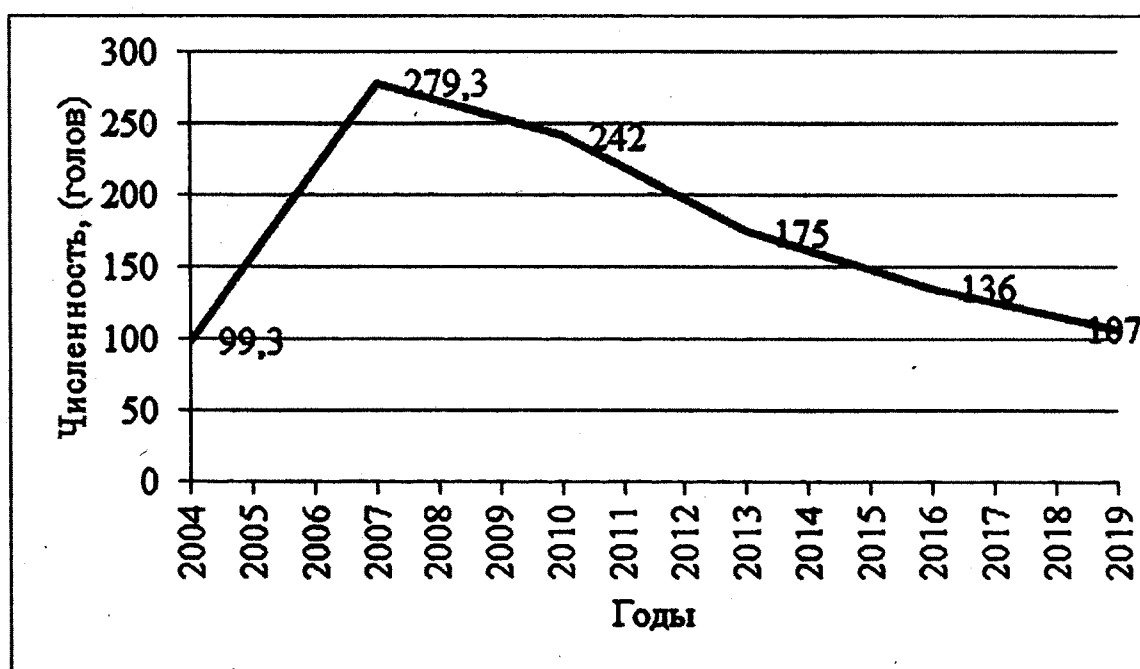
Коэффициент детерминации (показатель второй колонки таблицы 1) – производная величина расчёта корреляционного отношения – (корреляционное отношение в квадрате (η_{yx}^2), т.е. отношение сумм квадратов группового варьирования к общему, имеет самостоятельное значение, оно показывает ту долю варьирования признака Y, которая обусловлена степенью колебания признака X [Доспехов, 1973]. Коэффициент детерминации является «связующим звеном», выражающим количественным показателем связь изучаемого объекта с окружающей средой (условиями обитания) – важнейшим показателем одного из факторов экологических условий обитания животных. В сочетании с показателем корреляционного отношения с вероятностью 99% подтверждается степень высокой уязвимости изучаемой фазы состояния численности.

Уязвимость – количественный показатель ХБА, отражающий чувствительность временного ряда к уровню адаптационной способности анализируемого объекта противостоять воздействиям среды обитания. Принято дифференцировать степень уязвимости по таким показателям корреляционного отношения: $\eta_{yx} = 0,5 - 0,6$ – уязвимость считается средняя; при $\eta_{yx} < 0,5$ – уязвимость слабая; а при $\eta_{yx} \geq 0,7$ – сильная уязвимость [Проскураков, 2012].

В таблице анализа корреляционного отношения в графе степень уязвимости – сивучи, зимующие на акватории Авачинской губы, попадают под

категорию высокой степени уязвимости. Какова же должна быть причина, способная воздействовать на адаптационную способность данной группировки сивучей, чтобы определить степень уязвимости такого высокого уровня? С достаточной долей уверенности можно согласиться с мнением практиков, учёных и специалистов, упомянутых в разделе обзора литературы, а также с учётом исследований авторов настоящей статьи, что причиной высокой уязвимости явился антропогенный фактор, а следствием его – проявления синантропизма сивуча в черте г. Петропавловска-Камчатского.

Наглядное представление о динамике изменения численности сивучей в Авачинской губе за годы наблюдений даёт графическое изображение линии регрессии (рисунок), основанием для построения которой явилось



Линия регрессии динамики численности сивучей, зимующих в Авачинской губе в 2003–2019 гг.

извлечение групповых средних величин из рабочей таблицы корреляционного отношения к годам наблюдений.

Линия регрессии демонстрирует положительный тренд роста численности сивучей в Авачинской губе в первый трехлетний период наблюдений с 99 до 279 голов (2003–2005 гг.), некоторое продолжение роста численности до 279 голов в начальную фазу второго периода и отрицательный тренд снижения их числа до 107 особей в последующие периоды с 2005 г. до 2019 г. Такое резкое изменение в динамике численности подчёркивает её крайнюю неравномерность во времени и даёт статистическое заключение о высокой чувствительности.

Для получения количественных оценок динамики смещения линии ре-

грессии, её величине, скорости и направлении используется таблица динамики смещения общей численности сивучей в Авачинской губе (табл. 2).

Таблица 2. Динамика смещения линий регрессии численности сивучей в Авачинской губе в период 2003–2020 гг. по периодам из трёх лет

Периоды линий регрессии	Количество сивучей в начале и конце периода (голов)	Направление и величина смещения количества сивучей	Скорость смещения голов/в год
1	2	3	4
2003–2005	65–121	56	18,7
2005–2008	121–388	267	89,0
2008–2011	388–195	– 193	64,3
2011–2014	195–134	– 61	20,3
2014–2017	134–128	– 8	2,7
2017–2020	128–120	– 8	2,7

Так, например, в первом периоде 2003–2005 гг. (группы периодов – каждый из 3-х лет) численность сивучей в 2003 г. была 65 голов, в 2005 году – 121, разница в смещении (изменении численности) составила 56 голов роста численности, а разделение этого числа на три года даёт нам среднее изменение численности в год, т.е. «скорость» произошедшего изменения численности: 19 голов в год.

Системный подход в исполнении ХБА позволяет получить более полный «комплект» количественных показателей, отражающих динамичность экологических процессов, что делает их сопоставимыми в рамках системы и позволяет быть ключом к прогностическому управлению природными ресурсами разных уровней: от популяции до региональных экосистем суши и морских районов. И в этом аспекте, например, ушастые тюлени, в том числе – сивучи, могут быть модельными или индикаторными видами для оценки благосостояния морских промысловых районов и их продуктивности (Панина, 1970; Шунтов и др., 1993; Болтнев, 2011; Пинигин, 2021).

ЛИТЕРАТУРА

Баянов А. Ю., Корнев С. И. 2008. Образование нового берегового лежбища сивучей (*Eumetopias jubatus*) в г. Петропавловске-Камчатском // Сб. науч. тр. по матер. V Межд. конф. «Морские млекопитающие Голарктики» (Одесса, Украина, 14–18 октября 2008 г.). – Одесса : Астропринт. – С. 62–64.

Болтнев А. И. 2011. Северный морской котик Командорских островов. – М. : Изд-во ВНИРО. – 264 с.

Вертянкин В. В., Никулин В. С. 2004. Залужка сивучей (*Eumetopias jubatus*) в черте города Петропавловска-Камчатского // Сохранение биоразнообразия Кам-

чатки и прилегающих морей: Матер. V науч. конф. (Петропавловск-Камчатский, 22–24 ноября 2004 г.). – Петропавловск-Камчатский : Камчатпресс. – С. 182–184.

Доспехов Б. А. 1973. Методика полевого опыта. – М. : Колос. – 335 с.

Никулин В. С., Корнев С. И., Бурканов В. Н. 2014. Распределение и численность зимующих сивучей (*Eumetopias jubatus*) в Авачинской бухте // Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей: докл. XIV межд. науч. конф. – Петропавловск-Камчатский : Камчатпресс. – С. 97–105.

Панина Г. К. 1970. О питании морских котиков в северо-западной части Тихого океана // Изв. ТИНРО. – Т. 58. – С. 23–40.

Пинигин В. Е. 2021. Хронобиологический анализ динамики численности морских котиков на Командорских островах // Вопр. географии Камчатки. – Вып. 16. – Петропавловск-Камчатский : Камчатпресс. – С. 69–79.

Проскуряков М. А. 2012. Хронобиологический анализ растений при изменении климата // Тр. Ин-та ботаники и фитоинтродукции. – Алматы. – Т. 18 (1). С. 1–228.

Шунтов В. П., Волков А. Ф., Темных Е. П., Дуленова Е. П. 1993. Минтай в экосистемах дальневосточных морей. – Владивосток : ТИНРО. – 426 с.

Подписано в печать 22.10.2021.
Формат 60 x 84/16. Усл. печ. л. 21,00. Тираж 200 экз.
Заказ № КП00-006005.

Издательство ООО «Камчатпресс».
683017, г. Петропавловск-Камчатский, ул. Кроноцкая, 12а.
www.kamchatpress.ru

Отпечатано в ООО «Камчатпресс».
683017, г. Петропавловск-Камчатский, ул. Кроноцкая, 12а